ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JANVIER 1926.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES LALLEMAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Baikoff**, Recteur de l'Institut Polytechnique de Léningrad, Professeur de métallurgie générale au même Institut, qui assiste à la séance.

MAGNÉTISME. — *Sur le paramagnétisme indépendant de la température.* Note de M. **Pierre Weiss**.

Mlle Paule Collet a trouvé récemment dans le chlorure lutéocobaltique ([1]) un deuxième exemple de substance paramagnétique en solution possédant un coefficient d'aimantation indépendant de la température. Le premier avait été fourni par le bichromate de potassium ([2]).

Il y a lieu de souligner l'importance de ce fait du point de vue des théories du paramagnétisme.

Si les molécules de la substance dissoute possédaient un moment différent de zéro, les postulats de la théorie statistique étant satisfaits, il en résulterait un paramagnétisme variable avec la température. Puisqu'il n'en est pas ainsi, on doit admettre que le moment moléculaire est nul.

Le paramagnétisme constant pourrait alors provenir d'une polarisation produite par le champ et analogue, au signe près, au diamagnétisme. Mais, tandis que la précession des orbites électroniques dans le champ explique

---

([1]) *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 1057.

([2]) Pierre Weiss et Paule Collet, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 2146.

le diamagnétisme, on n'aperçoit aucun mécanisme plausible de la polarisation paramagnétique. Il faut donc écarter cette hypothèse.

Une orbite électronique, considérée seule, possédant un moment magnétique, il est plus naturel d'admettre que, dans le cas du paramagnétisme constant, les moments élémentaires existent, mais que pour la molécule leur résultante est nulle.

Dans le cas du bichromate de potassium, la molécule contenant deux atomes de chrome, on peut supposer que chacun d'eux porte un moment et que, liés rigidement l'un à l'autre, ils sont dirigés en sens contraire, de manière à se compenser.

Mais dans le chlorure lutéocobaltique la molécule ne comprend qu'un seul atome de cobalt. On est donc obligé de rejeter la compensation des moments élémentaires à l'intérieur même de l'atome. Par conséquent le mécanisme de l'aimantation constante comporterait une orientation, mais d'une partie seulement de l'atome; *le paramagnétisme constant serait un phénomène intra-atomique*.

La constatation faite par Mlle Paule Collet (*loc. cit.*) de l'identité du paramagnétisme constant du bichromate de potassium en solution et à l'état solide étend la portée de la conclusion précédente au corps solide. En outre elle fournit un argument de plus en faveur du caractère intra-atomique du phénomène. Dans le réseau cristallin les molécules perdent, en effet, leur individualité, puisque rien dans la structure n'implique l'association en molécules des atomes qui occupent les nœuds des réseaux.

M. J.-L. Breton fait hommage à l'Académie d'un ouvrage, dont il a écrit la *Préface*, intitulé *Les Brevets d'Invention*, par MM. Robert Moureaux et Charles Weismann.

La question de la protection de la propriété intellectuelle et scientifique a, au cours de ces dernières années, retenu l'attention générale. Rien n'est plus légitime, en effet, que de donner aux savants et aux chercheurs les moyens nécessaires à la défense des droits que peuvent leur conférer leurs découvertes; il serait parfaitement injuste, et l'on peut même dire profondément immoral, que les résultats de l'activité intellectuelle, dans sa forme la plus haute, fussent dépourvus de toute protection.

On sait qu'actuellement les lois permettant la défense de la propriété scientifique en elle-même sont encore à l'état de projets. Néanmoins, les chercheurs peuvent trouver dans la législation en vigueur les moyens de

protéger efficacement, sinon le principe de leurs découvertes, du moins les applications industrielles dont elles sont susceptibles.

L'ouvrage de MM. Moureaux et Weismann apporte sur ce point des éclaircissements précieux, notamment dans les chapitres où les auteurs donnent des directives pour la rédaction des demandes de brevets. Dans cette partie absolument originale de leur traité, MM. Moureaux et Weismann exposent de la façon la plus claire et la plus précise comment une invention peut être protégée dans toute sa généralité. Ces pages qui, à notre connaissance, n'ont d'analogues dans aucun ouvrage du même ordre, rendront aux chercheurs des services dont il est inutile de souligner l'importance. Les chapitres relatifs à l'application de la loi sur les brevets dans certaines industries, telles que les textiles, les produits chimiques, les procédés de culture, apportent, sur ces questions généralement mal connues, des données très exactes et méritent à ce titre de retenir spécialement l'attention.

Il va sans dire que ce Traité, très complet, comporte également de très importantes études sur la législation, la procédure, le droit comparé, etc. Ce remarquable ensemble technique et juridique fait de cet ouvrage un instrument précieux pour les chercheurs et les inventeurs, qui nous a paru digne d'être signalé à notre Compagnie.

M. A. Calmette fait hommage à l'Académie d'un ouvrage de M. G. Ichok intitulé : *La protection sociale de la santé. L'action médico-sociale*, dont il a écrit la *Préface*.

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur de l'Institut national agronomique prie l'Académie de désigner un de ses Membres qui occupera dans le *Conseil d'administration* de cet établissement la place vacante par le décès de M. *E. Tisserand*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Actualités métallurgiques : Aciers spéciaux de construction. Aciers autotrempants. Les points critiques des métaux et alliages. Solidification du cuivre*

oxydé. Sondabilité et rouverain de l'acier doux. La trempe. Le ferromagnétisme, par PIERRE DEJEAN. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

2° Bureau central de Magnétisme terrestre. *Atlas magnétique*, publié sous la direction de CH. MAURAIN, avec la collaboration de L. EBLÉ, par Mme DE MADINHAC et Mlle HOMERY. (Présenté par M. Daniel Berthelot.)

M. V. **MICHKOVITCH** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

Mlle **Y. TROUARD RIOLLE** remercie l'Académie de la subvention qui lui a été accordée en 1925 sur la *fondation Loutreuil*.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les substitutions du groupe modulaire complexe.* Note [1] de M. **PH. LE CORBEILLER.**

I. Soit $S = \begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{pmatrix}$ une substitution du groupe modulaire Γ attaché au corps quadratique $\mathfrak{S}(\sqrt{-P})$, où $P =$ mult. $4+1$ ou 2. J'ai montré [2] que si l'on pose

$$\alpha + \delta = a + b\sqrt{-P},$$

l'équation

$$(1) \qquad 2X^2 - (a^2 + Pb^2)X + a^2 - Pb^2 - 2 = 0$$

a pour racines $\operatorname{ch}\frac{d}{R}$ et $\cos\varphi$, $\frac{d}{R}$ et φ étant la longueur et l'angle caractéristiques du déplacement cayleyen correspondant à la substitution S.

Dans la présente Communication j'indique de nouvelles conséquences de ce fait et je rectifie en la complétant la deuxième Note citée.

II. L'angle φ est, d'après la première Note, soit incommensurable à 2π, soit égal à $\frac{2\pi}{n}$, n ne pouvant prendre que les valeurs 1, 2, 3, 4, 6. Si l'on écrit que l'équation (1) est satisfaite par $\cos\frac{2\pi}{4}$ ou $\cos\frac{2\pi}{6}$, on trouve que les

(1) Séance du 21 décembre 1925.

(2) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 63 et 288.

entiers ordinaires a et b doivent satisfaire aux relations suivantes :

(2) $(n=4)$ $$a^2 - Pb^2 = 2,$$
(3) $(n=6)$ $$a^2 - 3Pb^2 = 3.$$

Il est donc *nécessaire* pour que le groupe $\Gamma(\sqrt{-P})$ contienne des substitutions loxodromiques d'angle $\frac{\pi}{2}$ (des L_4), que l'équation indéterminée (2) admette des solutions, ou encore que les formes quadratiques réelles suivantes soient équivalentes :

P pair,

$$x^2 - Py^2 \sim 2x^2 - \frac{P}{2}y^2;$$

P impair,

$$x^2 - Py^2 \sim 2x^2 + 2xy - \frac{P-1}{2}y^2.$$

De même, il est *nécessaire*, pour que le groupe admette des L_6, que l'on ait

$$x^2 - 3Py^2 \sim 3x^2 - Py^2.$$

Ainsi, alors qu'il y a des L_2 et des L_3 dans tous les groupes $\Gamma(\sqrt{-P})$, il existe une infinité de valeurs de P pour lesquelles on peut affirmer que le groupe $\Gamma(\sqrt{-P})$ ne peut contenir de L_4 ou de L_6. Le groupe de Picard $(P=1)$ en est le premier exemple.

III. Soit F ou $(\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C})$ une forme quadratique à coefficients complexes conservée par la substitution S, $\mathcal{D}$ son déterminant; on peut écrire S de la manière suivante :

$$\begin{pmatrix} t - \mathcal{B}u & -\mathcal{C}u \\ \mathcal{A}u & t + \mathcal{B}u \end{pmatrix},$$

t, u étant des fractions du corps $\mathcal{C}(\sqrt{-P})$ satisfaisant

(4) $$t^2 - \mathcal{D}u^2 = 1,$$

on a d'ailleurs

(5) $$2t = \alpha + \delta = a + b\sqrt{-P}.$$

Des relations (2), (4) et (5) on peut tirer

$$\mathcal{D} = -\left(\frac{a - b\sqrt{-P}}{2u}\right)^2,$$

et, comme $\mathfrak{D}$ est un entier, on en conclut que, pour qu'une forme F soit conservée par une L_4 il est *nécessaire* que son déterminant soit du type $-\mu^2$, μ entier du corps.

Un raisonnement analogue montre que, pour qu'une forme F soit conservée par une L_3 ou une L_6 il est *nécessaire* que son déterminant soit du type $-3\mu^2$.

IV. Il existe des formes dont le discriminant est du type $-\mu^2$ ou $-3\mu^2$ et dont les coefficients ne sont pas divisibles séparément par l'entier μ. Par suite de l'existence de ces formes, que j'avais omis de considérer dans ma deuxième Note, le tableau des substitutions conservant une forme quadratique doit être modifié comme il suit par l'addition de deux lignes, $\mathfrak{D} = -\mu^2$ ou $-3\mu^2$, les autres lignes du tableau restant sans changement :

$\mathfrak{D}\mathfrak{D}_0$ carré parfait :

$\mathfrak{D} = -1$,	H, E_2	et parfois	L_4,
$\mathfrak{D} = -3$,	H, E_3	»	L_6,
$\mathfrak{D} = -\mu^2$,	H	»	L_2, L_4,
$\mathfrak{D} = -3\mu^2$,	H	»	L_3, L_6,
tous autres cas,	H	»	L_2.

J'ai formé effectivement des exemples de ces différents cas.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions hyperharmoniques.* Note (¹) de M. **Ladislas Nikliborc**, présentée par M. J. Hadamard.

Le but de cette Note est de compléter sur quelques points les résultats publiés dons une Note antérieure (²).

1. Considérons l'hypersphéroïde $(T_H^{(1)})$, défini par les cercles

$$|z_1| = R_1^{(1)}, \qquad |z_2| = R_2^{(1)},$$

et un autre $(T_H^{(2)})$, concentrique, défini par les cercles

$$|z_1| = R_1^{(2)}, \qquad |z_2| = R_2^{(2)},$$

où $R_1^{(1)} \neq R_1^{(2)}$ et $R_2^{(1)} \neq R_2^{(2)}$. Nous appellerons couronne hypersphéroïdale (T_C) l'ensemble des points $(r_1, \varphi_1; r_2, \varphi_2)$, pour lesquels

$$(r_1 - R_1^{(1)})(r_1 - R_1^{(2)}) \leq 0,$$
$$(r_2 - R_2^{(1)})(r_2 - R_2^{(2)}) \leq 0.$$

(¹) Séance du 28 décembre 1925.

(²) *Sur les fonctions hyperharmoniques* (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1008).

Soit maintenant $u(r_1, \varphi_1, r_2, \varphi_2)$ une fonction doublement harmonique dans (T_C), c'est-à-dire soit

$$(1) \qquad \Delta_1 u = 0, \qquad \Delta_2 u = 0.$$

à l'intérieur de (T_C).

On obtient facilement le développement

$$(2) \qquad u(r_1 \varphi_1, r_2 \varphi_2) = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} [a_{mn}^{(1)} \cos m\varphi_1 \cos n\varphi_2 + a_{mn}^{(2)} \cos m\varphi_1 \sin n\varphi_2 + a_{mn}^{(3)} \sin m\varphi_1 \cos n\varphi_2 + a_{mn}^{(4)} \sin m\varphi_1 \sin n\varphi_2],$$

où l'on a

$$(3) \qquad \begin{cases} a_{0,0}^{(1)} = \alpha_{0,0}^{(1)} + \beta_{0,0}^{(1)} \log r_1 + \gamma_{00}^{(1)} \log r_2 + \delta_{00}^{(1)} \log r_1 \log r_2, \\ a_{00}^{(i)} = 0 \text{ pour } i = 2, 3, 4, \\ a_{m,0}^{(i)} = [\alpha_{m,0}^{(i)} + \beta_{m0}^{(i)} \log r_2]\, r_1^m + [\gamma_{m0}^{(i)} + \delta_{m0}^{(i)} \log r_2]\, r_1^{-m} \\ \qquad \text{pour } i = 1, 3 \text{ et } m > 0, \\ a_{m,0}^{(i)} = 0 \text{ pour } i = 2, 4 \text{ et } m > 0, \\ a_{0n}^{(i)} = [\alpha_{0n}^{(i)} + \beta_{0n}^{(i)} \log r_1]\, r_2^n + [\gamma_{0n}^{(i)} + \delta_{0n}^{(i)} \log r_1]\, r_2^{-n} \\ \qquad \text{pour } i = 1, 2 \text{ et } m > 0, \\ a_{0n}^{(i)} = 0 \text{ pour } i = 3, 4 \text{ et } m > 0, \\ a_{mn}^{(i)} = \alpha_{mn}^{(i)} r_1^m r_2^n + \beta_{mn}^{(i)} r_1^m r_2^{-n} + \gamma_{mn}^{(i)} r_1^{-m} r_2^n + \delta_{mn}^{(i)} r_1^{-m} r_2^{-n} \\ \qquad \text{pour } i = 1, 2, 3, 4 \text{ et } m > 0,\ n > 0. \end{cases}$$

La série (2) converge dans (T_C), la convergence étant uniforme dans tout domaine fermé h situé entièrement à l'intérieur de (T_C). Réciproquement : si la série (2) est convergente uniformément dans tout domaine fermé situé entièrement à l'intérieur de (T_C), elle représente une fonction doublement harmonique à l'intérieur de (T_C).

2. Supposons maintenant que la fonction u, étant doublement harmonique, satisfasse encore à l'équation

$$\nabla_1 u = 0.$$

On peut, dans ce cas, mettre le développement (2) sous la forme

$$(4) \qquad \begin{cases} u(r_1, \varphi_1, r_2, \varphi_2) = \alpha_{00} + \beta_{00} \log n_1 + \gamma_{00} \log n_2 \\ \qquad + \sum_{\substack{m=0 \\ m+n \geq 1}}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} [a_{mn}^{(1)} \cos(m\varphi_1 + n\varphi_2) + a_{mn}^{(2)} \cos(m\varphi_1 - n\varphi_2) \\ \qquad + a_{mn}^{(3)} \sin(m\varphi_1 + n\varphi_2) + a_{mn}^{(4)} \sin(m\varphi_1 - n\varphi_2)], \end{cases}$$

où

$$(5) \qquad \begin{cases} a_{mn}^{(i)} = \alpha_{mn}^{(i)} r_1^m r_2^n + \delta_{mn}^{(i)} r_1^{-m} r_2^{-n} & \text{pour } i = 1, 3; \\ a_{mn}^{(i)} = \beta_{mn}^{(i)} r_1^m r_2^{-n} + \gamma_{mn}^{(i)} r_1^{-m} r_2^n & \text{pour } i = 2, 4. \end{cases}$$

La réciproque est vraie.

3. On démontre de même que, pour une fonction u doublement harmonique et satisfaisant à l'équation

$$\nabla_2 u = 0,$$

le développement (2) peut se mettre sous la forme

$$(6) \quad u(r_1, \varphi_1, r_2, \varphi_2) = \alpha_{00} + \beta_{00} \log r_1 + \gamma_{00} \log r_1 + \delta_{00} \log r_1 \log r_2 + \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{\substack{n=0 \\ m+n \geq 1}}^{\infty},$$

où la somme double est entièrement identique avec celle de la formule (4).

La réciproque est encore vraie.

4. Dans la Note citée nous avons démontré qu'une fonction u, régulière à l'origine, et satisfaisant à l'un des systèmes d'équations

$$(7) \quad \Delta_1 u = \Delta_2 u = \nabla_1 u = 0,$$

$$(8) \quad \Delta_1 u = \Delta^2 u = \nabla_2 u = 0,$$

est nécessairement hyperharmonique.

Ce sont MM. Hadamard et Maurice Janet qui ont attiré mon attention sur le fait que la proposition cesse d'être exacte, si la fonction u n'est pas régulière à l'origine. En particulier M. Janet a remarqué que, pour les fonctions ayant une singularité logarithmique à l'origine les équations (8) n'entraînent pas l'équation $\nabla_1 u = 0$.

Voici la solution complète de cette question pour les fonctions *uniformes :*

1° *Si la fonction u satisfait au système* (7), *elle est nécessairement hyperharmonique à l'intérieur du* (T_c).

2° *Si la fonction u satisfait au système* (8), *il existe une constante* δ_{00} *telle, que la fonction*

$$u - \delta_{00} \log r_1 \log r_2$$

est hyperharmonique dans (T_c).

5. Dans cet ordre d'idées on peut encore démontrer le théorème suivant :

Théorème. — *Si la fonction u satisfait aux équations*

$$\nabla_1 u = 0, \qquad \nabla_2 u = 0,$$

on peut trouver deux fonctions $f_1(r_1, \varphi_1)$, $f_2(r_2, \varphi_2)$, *telles que la fonction*

$$u(r_1 \varphi_1, r_2 \varphi_2) - f_1(r_1, \varphi_1) - f_2(r_2, \varphi_2)$$

soit hyperharmonique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'uniformisation d'une classe de fonctions définies par des séries entières à coefficients méromorphes.* Note de M. J. **Kampé de Fériet**, présentée par M. Hadamard.

Considérons une fonction, dont un élément est défini par la série

$$F(x) = \sum_0^{+\infty} f(n)\, x^n,$$

$f(z)$ étant *une fonction méromorphe*, produit d'une fraction rationnelle $R(z)$ par une fonction entière $g(z)$, dont le module est moins croissant que $e^{\varepsilon|z|}$, quelque petit que soit le nombre positif ε, série qui ne converge que pour $|x| < 1$. Les travaux de MM. Le Roy [1], Faber, Wigert, Lindelöf ont établi que la fonction représentée par une telle série n'a d'autres points singuliers que 0, 1 et ∞. Si donc l'on fait le changement de variable défini par la fonction modulaire $x = \varphi(\tau)^8$, toute branche de $F(x)$ (dont les seuls points singuliers possibles sont $x = 0, 1, \infty$) devient une fonction uniforme de τ holomorphe dans tout domaine fini du demi-plan $\mathcal{R}(-i\tau) > 0$.

Il peut être intéressant de donner par ce procédé un calcul effectif de la fonction $F(x)$ ainsi définie, calcul conduisant à une expression valable dans tout ce plan.

Supposons d'abord tous les pôles simples [2], on peut toujours se ramener au cas où $f(z) = g(z)(z+\alpha)^{-1}$; dans ce cas, on a

$$\frac{d}{dx}[x^\alpha F(x)] = x^{\alpha-1} G\left(\frac{1}{1-x}\right),$$

en désignant par G la fonction entière définie par la série $\Sigma g(n) x^n$; posons

$$x = \varphi(\tau)^8 = 2^4 q \prod_1^\infty (1+q^{2n})^8 \prod_4^\infty (1+q^{2n-1})^{-8}, \qquad q = e^{\pi i \tau};$$

x est ainsi une fonction uniforme de τ dans tout le demi-plan $\mathcal{R}(-i\tau) > 0$:

$$\frac{d}{d\tau}[x^\alpha F(x)] = \pi i x^\alpha \frac{q}{x}\frac{dx}{dq} G\left(\frac{1}{1-x}\right) = \Phi(\tau_i).$$

---

(1) *Ann. Fac. Sc. Toulouse*, 2e série, 2, 1900, p. 348.

(2) Bien entendu aucun pôle ne doit être entier positif ou nul.

Le produit infini qui représente x^α est uniformément convergent dans tout domaine fini D du demi-plan et aucun de ses facteurs n'a de point de ramification intérieur à D; de même la série :

$$\frac{q}{x}\frac{dx}{dq} = 1 + 8\sum_1^\infty \frac{(-1)^n n q^n}{1+q^n},$$

converge uniformément dans D; on peut trouver un nombre positif A tel que, pour tout point de D, $|1-x| = |\psi(\tau)^8| > A$; donc le développement de G est uniformément convergent dans D et, tous ses termes étant holomorphes, G est une fonction holomorphe de τ, dans D. Par conséquent $\Phi(\tau)$ est une fonction uniforme de τ, holomorphe dans D; il en est donc de même de toute branche de la fonction considérée, qui se trouve représentée d'une manière uniforme par

$$\mathrm{F}(x) = x^{-\alpha}\int_{\tau_0}^{\tau}\Phi(\tau)\,d\tau.$$

Le cas d'un pôle multiple se ramène à celui-ci par récurrence; en effet, soit $f_1(z) = g(z)(z+\alpha)^{-2}$, on a pour la fonction correspondante $\mathrm{F}_1(x)$:

$$\frac{d}{d\tau}[x^\alpha \mathrm{F}_1(x)] = \pi i x^\alpha \frac{q}{x}\frac{dx}{dq}\mathrm{F}(x) = \pi i \frac{q}{x}\frac{dx}{dq}\int_{\tau_0}^{\tau}\Phi(\tau)\,d\tau,$$

et le second membre est une fonction holomorphe de τ.

Dans le cas particulier où la fonction entière $g(z)$ se réduit à une constante, $f(z)$ devient rationnelle. *La proposition s'applique donc à toutes les fonctions* $\mathrm{F}(x)$ *définies par des séries à coefficients rationnels*; la démonstration est, dans ce cas, tout à fait indépendante du théorème de M. Le Roy, puisqu'il est évident que G se réduit à un polynome en $1:(1-x)$.

On remarquera que l'application à $\Phi(\tau)$ des substitutions fondamentales du groupe modulaire donne un moyen simple d'obtenir l'effet sur une branche de $\mathrm{F}(x)$ d'un circuit de x autour de l'un des trois points critiques.

STATISTIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la covariation binaire.*

Note de M. Constant Lurquin, présentée par M. Émile Borel.

1. En statistique mathématique, le concept de covariation est une notion caractéristique et dominante. La littérature mathématique qui y correspond est fort riche et très copieuse. Pearson emploie systématiquement le terme

corrélation; MM. March et Julin s'en tiennent au mot covariation. D'autre part on comprend l'intérêt et l'importance de cette théorie statistique qui réalise un haut idéal mathématique : l'étude des éléments remplacée par celle des relations mutuelles entre les éléments. Disons tout de suite qu'une extrême prudence et un esprit critique averti s'imposent impérieusement quant à l'interprétation des résultats mathématiques.

Dans une Note antérieure (¹), nous avons fait connaître un opérateur de caractère différentiel pour la fonction de corrélation normale à n variables. L'application de cet algorithme fonctionnel au cas de la covariation binaire est intéressante et montre qu'il est possible de substituer à la théorie directe une étude algébrique de caractère symbolique et mettant en évidence une généralité et une symétrie toujours désirables.

2. On a la fonction classique de covariation normale à deux variables

$$Z(X, Y) = \frac{1}{2\pi\sigma_X\sigma_Y\sqrt{R}} e^{-\frac{1}{2R}\left(\frac{X^2}{\sigma_X^2} + \frac{Y^2}{\sigma_Y^2} - \frac{2rXY}{\sigma_X\sigma_Y}\right)}$$

sous la forme canonique avec $R = 1 - r^2$.

Les variables X, Y sont prises à partir de leurs valeurs moyennes et σ_X, σ_Y en sont les déviations normales correspondantes. r est le coefficient de covariation entre X et Y.

Pour simplifier l'écriture on emploie des coordonnées normales $x = \frac{X}{\sigma_X}$: $y = \frac{Y}{\sigma_Y}$ et l'on pose

$$z(x, y) = \frac{1}{2\pi\sqrt{R}} e^{-\frac{1}{2R}(x^2 + y^2 - 2rxy)}.$$

D'où

$$Z(X, Y)\,\sigma_X\sigma_Y = z(x, y).$$

L'application de l'opérateur fonctionnel Θ donne aisément

$$\Theta_X(Z) = \frac{X}{\sigma_X} Z, \qquad \Theta_x(z) = xy,$$

et de même pour la variable y. On en déduit

$$r = \Theta_x(x)\,\Theta_x(y) = \Theta_y(x)\,\Theta_y(y), \qquad \Theta_x(x)\,\Theta_y(y) = 1$$

et aussi

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\Theta_\alpha(Z)\,\sigma_\alpha}{\alpha}\, dX\, dY = 1 \qquad (\alpha = X, Y)$$

pour le volume de la surface de covariation normale.

(¹) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1788.

On a pour les seconds moments statistiques en X et Y :

$$\iint \alpha\Theta_\alpha(Z)\,\sigma_\alpha\,dX\,dY = \sigma_\alpha^2 \qquad (\alpha = X, Y),$$

et encore pour la valeur moyenne du produit XY :

$$\iint \Theta_X(Z)\,\Theta_Y(Z)\,Z^{-1}\sigma_X\sigma_Y\,dX\,dY = r\,\sigma_X\sigma_Y, \quad \ldots.$$

Toutes les intégrales ont respectivement pour limites $\pm\infty$.

3. La nature différentielle de l'opérateur fonctionnel est féconde pour le calcul des puissances dont l'expression générale est très simple. Entre trois opérateurs de puissances consécutives on a la relation

$$\Theta_\alpha^{n+1}(z) - \alpha\Theta_\alpha^n(z) + n\Theta_\alpha^{n-1}(z) = 0 \qquad (\alpha = x, y).$$

Les relations antérieures peuvent s'étendre au cas de n variables.

Il est donc possible de concevoir une algèbre de la covariation et même une théorie d'analyse pour ce concept statistique. Le problème serait ainsi renouvelé sur le terrain mathématique.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les conditions d'un choc binaire dans le problème des trois corps.* Note [1] de M. **Kiveliovitch**, présentée par M. Hadamard.

Soient M_0, M et M′ les trois corps de masses m_0, m et m', x_i et x'_i les coordonnées de m et m' rapportées à m_0; p_i et p'_i les composantes des quantités de mouvement absolues correspondantes. On a le système canonique de Poincaré

$$(I) \qquad \frac{dx_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_i}; \quad \frac{dp_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial x_i}; \quad \frac{dx'_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p'_i}, \quad \frac{dp'_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial x'_i} \qquad (i = 1, 2, 3),$$

où

$$H = \mu\sum_1^3 p_i^2 + \mu'\sum_1^3 p_i p'_i + \mu''\sum_1^3 (p'_i)^2 - \frac{\alpha}{r} - \frac{\alpha'}{r'} - \frac{\alpha''}{r''} = E;$$

$$\mu = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{M_0} + \frac{1}{M}\right); \qquad \mu'' = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{M_0} + \frac{1}{M'}\right);$$

Les intégrales des aires

$$x_i p_{i+1} - x_{i+1} p_i + x'_i p'_{i+1} - x'_{i+1} p'_i = a_{i+2} \qquad [\text{les indices sont} \equiv (\text{mod } 3)].$$

---

[1] Séance du 4 janvier 1926.

Pour exclure le cas d'un choc triple, il faut supposer avec M. Sundmann

$$\sum_1^3 \alpha_i^2 \neq 0.$$

Pour régulariser le problème dans le cas d'un choc binaire M_0M en conservant la forme canonique des équations (I), appliquons la transformation de M. Levi-Civitá [1]

$$K = r(H - E); \qquad du = \frac{dt}{r} (u = 0 \text{ pour } t = 0); \qquad x_i = \zeta_i \omega^2 - 2\omega_i \sum_1^3 \zeta_j \omega_j;$$

$$p_i = \frac{\omega_i}{\omega^2}; \qquad (\omega^2 = \Sigma\omega_i^2;\ \zeta^2 = \Sigma\zeta_i^2;\ r = \zeta\omega^2).$$

Le système devient

$$\text{(II)} \qquad \frac{d\zeta_i}{du} = \frac{\partial K}{\partial \omega_i}; \qquad \frac{d\omega_i}{du} = -\frac{\partial K}{\partial \zeta_i}; \qquad \frac{dx'_i}{du} = \frac{\partial K}{\partial p'_i}; \qquad \frac{dp'_i}{du} = -\frac{\partial K}{\partial x'_i},$$

$$K = -\alpha + \mu\zeta + \mu' \sum_1^3 p_i\omega_i + \zeta\omega^2 \left[\mu'' \Sigma (p'_i)^2 - \frac{\alpha'}{r'} - \frac{\alpha''}{r''} - E\right] = 0.$$

Les intégrales des aires deviennent

$$\zeta_{i+1}\omega_i - \zeta_i\omega_{i+1} + x'_{i+1}p'_i - x'_i p'_{i+1} = a_{i+2} \qquad [\text{les indices sont} \equiv (\text{mod } 3)].$$

Le système (II) est régulier au voisinage du choc et en ce point on a

$$\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = 0,$$

les ζ_i n'étant pas nulles toutes à la fois. On peut donc développer au voisinage de $u = 0$ les ζ_i, ω_i, x'_i et p'_i suivant les puissances croissantes de u. On aura

$$\text{(III)} \quad \begin{cases} \zeta_i - \zeta_i^0 = u A_i(\zeta_j'^0, x_j'^0, p_j'^0; u); \qquad x'_i - x_i'^0 = u X_i(\zeta_j^0, x_j'^0, p_j'^0; u); \\ p'_i - p_i'^0 = u P_i(\zeta_j^0, x_j'^0, p_j'^0; u) \end{cases}$$

et

$$\text{(III')} \qquad \omega_i = u\Omega_i(\zeta_i^0, x_j'^0, p_i'^0, u) \qquad (i, j = 1, 2, 3).$$

Les q équations (III) représentent une substitution entre les variables ζ_i, x'_i, p'_i et les $\zeta_i'^0$, $x_i'^0$, $p_i'^0$. On peut faire une inversion, on trouve

$$\text{(IV)} \quad \begin{cases} \zeta_i^0 = \zeta_i + u\overline{A}_i[\zeta_j, x'_j, p'_j; u]; \qquad x_i'^0 = x'_i + u\overline{X}_i[\zeta_j, x'_j, p'_j; u]; \\ p_i'^0 = p'_i + u\overline{P}_i[\zeta_j, x'_j, p'_j; u]. \end{cases}$$

---

[1] *Acta Mathematica*, **42**, 1918, p. 99-143.

En substituant les valeurs des ζ_i^0, $x_i'^0$ et $p_i'^0$ de (IV) dans (III') on trouve

$$\text{(IV')} \qquad \omega_i = u\overline{\Omega}_i(\zeta_j, x'_j, p'_j, u) \qquad (i, j = 1, 2, 3).$$

Par un raisonnement analogue à celui de M. Bisconcini [1], on peut s'assurer que les fonctions $\overline{\mathrm{A}}_i$, $\overline{\mathrm{X}}_i$, $\overline{\mathrm{P}}_i$ et $\overline{\Omega}_i$ sont régulières.

Les équations (IV') représentent les conditions du choc binaire. En éliminant u entre ces trois équations, on a les deux conditions du choc binaire.

Pour calculer $\overline{\Omega}_j = a_j^0 + a_j^1 u + a_j^2 u^2 + \ldots$ (les a_j^k sont fonctions des ξ_i, x'_i, p'_i) différentions (IV') par rapport à u, on trouve

$$\frac{d\omega_i}{du} = \frac{\partial(u\overline{\Omega}_i)}{\partial u} - u\sum_1^3{}_j\left(\frac{\partial\overline{\Omega}_i}{\partial\xi_j}\frac{d\xi_j}{du} + \frac{\partial\overline{\Omega}_i}{\partial x'_j}\frac{dx'_j}{du} + \frac{\partial\overline{\Omega}_i}{\partial p'_j}\frac{dp'_j}{du}\right) = 0.$$

En substituant les $\frac{\partial\xi_j}{\partial u}$, $\frac{\partial x'_j}{\partial u}$, $\frac{d\omega_i}{du}$ et $\frac{dp'_j}{du}$ par leurs valeurs tirées du système (II), on trouve finalement :

$$\text{(V)} \qquad -\frac{\partial\mathrm{K}}{\partial\xi_i} = \overline{\Omega}_i + u\frac{\partial\overline{\Omega}_i}{\partial u} + u\sum_1^3{}_j\left(\frac{\partial\overline{\Omega}_i}{\partial\xi_j}\frac{\partial\mathrm{K}}{\partial\omega_i} + \frac{\partial\overline{\Omega}_i}{\partial x'_j}\frac{\partial\mathrm{K}}{\partial p'_j} - \frac{\partial\overline{\Omega}_i}{\partial p'_j}\frac{\partial\mathrm{K}}{\partial x'_j}\right).$$

En développant K suivant les puissances de ω_i, donc de u, et en égalant dans (V) les coefficients de mêmes puissances de u, on trouve de proche en proche les valeurs de a_j^k ($j = 1, 2, 3$, $k = 0, 1, 2, \ldots$).

On a, pour les premiers coefficients :

$$a_i^0 = -\frac{\mu\xi_i}{\xi}, \qquad a_i^1 = \frac{\mu\mu' p'_i}{2},$$

$$a_i^2 = -\frac{\mu}{2}\left[\left(\mu\mu'' + \frac{\mu'^2}{2}\right)\sum_1^3(p'_j)^2 - \mu\frac{\alpha' + \alpha''}{\gamma'} - \mu\mathrm{E}\right]\frac{\xi_i}{\xi},$$

$$a_i^3 = \frac{\mu\mu'}{12}\left[\left(4\mu\mu'' + \frac{\mu'^2}{2}\right)\sum_1^3(p'_j)^2 - \mu\frac{\alpha' + \alpha''}{\gamma'} - \mu\mathrm{E}\right];$$

de même

$$a_i^4 = -\mathrm{A}\frac{\xi_i}{\xi} \qquad \text{et} \qquad a_j^5 = \mathrm{B}\,p'_i + \mathrm{C}\frac{\xi_i}{\xi},$$

les A, B et C sont des fonctions de u, paires en ξ_j, x'_j et p'_j et invariables par la substitution circulaire des indices 1, 2, 3. On voit facilement qu'à partir de a_i^6 les coefficients seront de la forme $\mathrm{L}\xi_i + \mathrm{M}x'_i + \mathrm{N}p'_i$, les L, M et N ayant les mêmes propriétés que les fonctions A, B et C.

---

[1] *Acta Mathematica*, 30, 1905, p. 49-92.

ASTRONOMIE. — *Précisions sur le noyau dense interne du Soleil et sur le mouvement des taches en latitude.* Note de M. **Émile Belot**, présentée par M. Bigourdan.

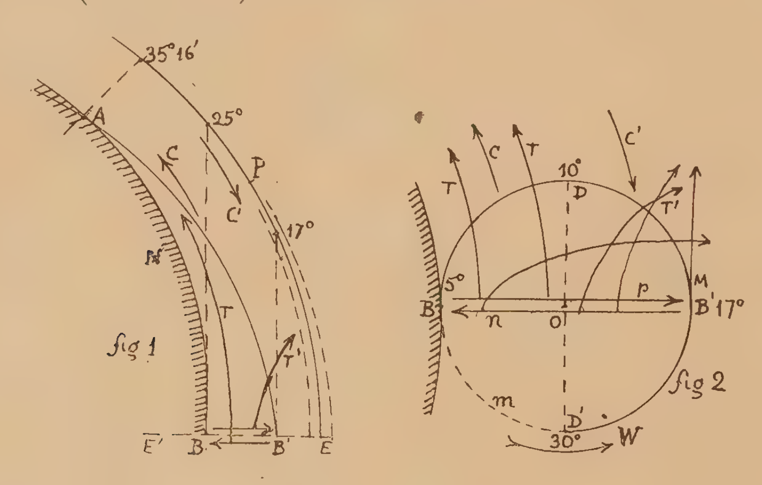
Dans une Note antérieure (¹) j'ai indiqué que le mouvement des taches en latitude était dû à la pulsation à volume constant d'un noyau dense du Soleil, et que cette pulsation pouvait produire une variation périodique du diamètre polaire : or Armellini vient de publier le résultat de mesures du diamètre horizontal poursuivies de 1877 à 1900 et faisant ressortir une variation périodique en rapport avec les cycles solaires. Il y aurait avantage à mesurer la variation du diamètre polaire : l'intérêt de cette recherche serait de prouver qu'il s'agit d'une pulsation ellipsoïdale à volume constant et non d'une pulsation à volume sphérique variable suivant la théorie d'Eddington.

L'existence d'un noyau solaire dense (1,64 d'après les dimensions indiquées ci-dessous) surmonté d'une épaisse atmosphère de faible densité moyenne (0,47 en considérant le Soleil comme une sphère de gaz parfait) peut être appuyée de diverses preuves : Russell et G. Stewart ont montré que la pression dans la photosphère n'est que de $0^{atm},01$, ce qui implique une très faible densité. La météorologie d'une épaisse atmosphère peut seule expliquer comment la pulsation régulière d'un noyau peut se traduire à la surface par des irrégularités marquées de la période, et comment par leur disparition en profondeur les tourbillons prenant naissance sur le noyau manifestent une discontinuité en latitude. Au début les taches ont une vitesse plus grande que leur vitesse moyenne (rotation en 23 jours à l'Équateur au lieu de 25 jours, rotation moyenne) comme si elles étaient émises par un noyau à rotation rapide.

Admettons un noyau N (*fig.* 1) en pulsation par le choc de la nébuleuse primitive et dont la durée de rotation soit de 15 jours environ : à son Équateur une différence de vitesse de 1^{km} pourra exister avec la vitesse de rotation de l'atmosphère, d'où formation de tourbillons à axes parallèles à celui du Soleil, dont les trajectoires au sud et au nord de l'Équateur solaire EE′ en traversant la photosphère P formeront les taches. En A est le parallèle de latitude $\lambda = 35^\circ 16' \left(\sin^2\lambda = \frac{1}{3}\right)$ autour duquel oscille la pulsation équivolume qui renfle périodiquement le noyau de AB en AB′.

(¹) *Comptes rendus*, 174, 1922, p. 283.

Si les tourbillons étaient toujours normaux à l'Équateur, ceux émis en B aboutiraient sur la photosphère P à la latitude de 25° au delà de laquelle il y a très peu de surface tachée et les tourbillons émis en B′ rencontreraient la photosphère à la latitude de 17° où se trouve le maximum moyen de surface tachée. Ces données correspondent à BB′ = 35000^{km} et BE = 30800^{km}. Le fait capital qui dévie les tourbillons de la normale à l'Équateur est que dans la pulsation positive de AB en AB′ le volume dont la section est BAB′ est chassé de l'Équateur vers les régions polaires d'où les courants C du Sud au Nord et que dans la pulsation négative le même volume descend du Nord au Sud (courants C′).



Figurons par un diagramme circulaire (*fig* 2), parcouru avec une vitesse constante W projetée sur le diamètre BB′, la marche pendulaire de la pulsation du noyau. Pendant la pulsation positive *p* règnent les courants C qui augmentent la vitesse de propagation vers les pôles des tourbillons, ceux-ci gagneront vite les hautes latitudes, disparaissant de la surface (quadrant BD′ du diagramme), puis à cause de la vitesse W maxima en D′ descendant vite de la latitude 30° vers 17°. Le maximum en B′ à 17° de latitude est dû à la lenteur de la pulsation près de B′ et à la proximité maxima de la photosphère.

Sur l'arc B′DB règnent les courants C′ dont la vitesse antagoniste réduit celle des tourbillons et les incline vers la photosphère en faisant descendre lentement les taches de la latitude 17° jusqu'à l'Équateur. Du minimum *m* des taches au maximum M il y aura environ 3 ans puisque, d'après la période undécennale, chaque quadrant est parcouru en 2,8 ans. Or c'est précisément ce qu'a trouvé Armellini puisque le renflement maximum du

noyau en B′ doit coïncider avec le diamètre solaire maximum à l'Équateur.

On lit aussi sur le diagramme que le temps séparant le minimum du maximum (mD′B′) est à peu près deux fois moindre que la descente vers le minimum. Les courants C sont la contre-partie des courants C′ : si donc dans un cycle ceux-ci font descendre les taches plus près de l'Équateur, dans le cycle suivant les courants C plus rapides feront commencer ces taches à plus haute latitude, ce que paraissent confirmer les diagrammes de Maunder.

Newcomb et Pickering ont montré qu'un renflement équatorial du Soleil de 0″,5 suffirait à rendre compte de la totalité du mouvement inexpliqué de 43″ du périhélie de Mercure : la rotation du noyau N en 15 jours lui donnant un renflement trois fois plus grand que celui du Soleil ferait avancer de 15″ par siècle le périhélie de Mercure. La densité atmosphérique, plus grande dans la région des taches où seules apparaissent les protubérances métalliques, équivaut à un anneau de matière agissant sur Mercure : il suffirait d'une augmentation de densité de 1 pour 100 dans l'atmosphère de la région équatoriale pour accélérer de 43″ par siècle le périhélie de Mercure.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Mesure photographique de l'électrostriction dans le cas du tétrachlorure de carbone.* Note de M. **Pauthenier**, présentée par M. Cotton.

Un calcul thermodynamique (¹) permet d'évaluer la condensation des liquides isolants dans le champ électrique et la très faible variation d'indice qui en résulte. Le contrôle direct des résultats obtenus intéresse à la fois la théorie thermodynamique, les recherches dans le domaine des retards absolus, et la théorie de la diffraction de la lumière (²) (phénomène de Tyndall). Nous venons de réaliser une mesure photographique dans le cas du tétrachlorure de carbone, liquide très isolant et très peu biréfringent.

Dispositif expérimental. — Nous négligeons la très faible biréfringence de CCl^4. Le tube de liquide est entre miroirs de Jamin. L'un des faisceaux lumineux passe entre les armatures, longues de 90^{cm}, l'autre en dehors. L'angle d'incidence sur les miroirs est faible; la polarisation de la lumière

(¹) Bruhat et Pauthenier, *Journ. de Phys.*, 6, 1925, p. 1.
(²) Rocard, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 212.

négligeable. La source lumineuse est un arc au charbon. L'image des franges, rétrécies par une lentille cylindrique, se forme sur une plaque photographique animée d'un mouvement de translation convenable. Un dispositif automatique charge l'armature isolée du condensateur pendant un temps très court (quelques centièmes de seconde), puis la décharge. La nécessité d'impressionner la plaque limite la valeur supérieure de sa vitesse.

Résultats. — Les clichés, pris dans des conditions variées, ont l'aspect ci-dessous (*fig.* 1). Le déplacement d, l'interfrange i y sont mesurés avec un viseur à oculaire micrométrique. La durée du champ électrique correspond à la translation CD (*fig.* 2). L'aspect des franges diffère un peu de la forme

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

crénelée théorique (*fig.* 3) parce que des aigrettes jaillissent des pièces mobiles de l'appareil avant les contacts matériels. En outre, avec le temps, se produit une légère perte de charge.

La *longueur d'onde moyenne* efficace de la lumière blanche utilisée se déduit de l'intervalle des franges qu'on obtient avec le compensateur de Babinet éclairé successivement par la lumière de l'arc qui sort de l'appareil, et par la radiation $\lambda = 0^{\mu},436$ de l'arc au mercure (*fig.* 4, *a* et *b*). Il se trouve que les deux interfranges, étudiés au comparateur, sont égaux à $\frac{1}{200}$ près.

Les potentiels sont mesurés au voltmètre biréfringent [1].

Soit Δn la variation d'indice pour la lumière de longueur d'onde λ; si l est la longueur du champ électrique E traversé par le faisceau, le déplacement δ évalué en interfranges est

$$\delta = \frac{d}{i} = \frac{l\,\Delta n}{\lambda} = \frac{A\,l E^2}{\lambda},$$

[1] Pauthenier, *Journal de Phys.*, 5, 1924, p. 312.

A désignant une fonction de l'indice du liquide, de sa constante diélectrique, et, suivant les cas, de sa compressibilité isotherme ou adiabatique.

Le tableau suivant donne les résultats des mesures :

E kilovolts/cm........	o	60,3	66	73,5	78,7
δ..................	o	0,19	0,26	0,33	0,37

La droite de la figure 5 (abscisses E^2, ordonnées δ) les représente.

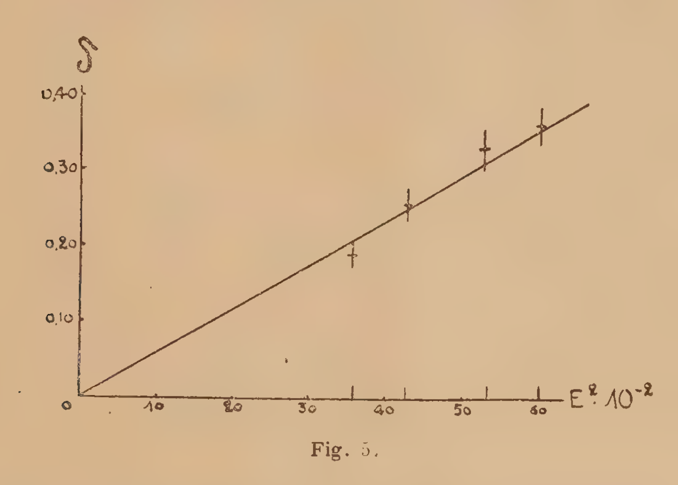


Fig. 5.

A cette échelle, l'incertitude des abscisses est négligeable; celle des ordonnées est représentée par les petits traits verticaux.

Nous en déduisons

$$A = 0,25 \cdot 10^{-11}.$$

Or le calcul donne

$$A_{\text{isoth.}} = 0,33 \cdot 10^{-11}, \quad A_{\text{adiab.}} = 0,24 \cdot 10^{-11}.$$

Nous devons regarder l'électrostriction réalisée comme adiabatique, étant donné la courte durée des expériences (le début de la frange déplacée C'D', repéré dans la mesure de *d*, correspond à une durée de champ de l'ordre du millième de seconde).

Les mesures précédentes peuvent donc être considérées comme une bonne vérification de la théorie dans le cas de CCl^4. Il serait intéressant de les relier à la théorie de la diffraction de la lumière.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la détection et la stabilité de certains détecteurs.* Note de M. H. PÉLABON, présentée par M. G. Ferrié.

Dans une précédente Note [1], nous avons montré que pour réaliser un détecteur, il suffit de déposer sur une plaque conductrice la poussière d'un métalloïde et d'approcher une pointe métallique normalement à la plaque. Nous avons observé depuis que tous les diélectriques se comportent plus ou moins comme les métalloïdes et nous avons obtenu encore de meilleurs résultats en substituant à la pointe une sphère de 1 à 3^{cm} de diamètre ou un anneau.

En ne mettant aucune poudre sur la plaque métallique, c'est-à-dire en opérant avec l'air comme diélectrique, on peut faire les observations suivantes : si la plus courte distance d de la sphère à la lame est de l'ordre de 10^{-4} cm, aucun courant ne passe, on entend un bruissement continu; si au contraire la distance d devient inférieure à une certaine limite l, on peut dire qu'il y a contact, on n'entend plus rien. Pour certaines valeurs de d comprises certainement entre 10^{-4} cm et l il y a détection, c'est-à-dire que l'on peut percevoir nettement au téléphone une émission radiotéléphonique. Mais un tel détecteur est forcément d'une extrême instabilité, un calcul simple montre en effet qu'une variation de température de un centième de degré suffit pour faire varier la distance d de 10^{-4} cm. Pour rendre stable un semblable détecteur à air, il suffit d'interposer un anneau isolant et de le comprimer avec la sphère jusqu'à audition. La température pourra varier un peu sans que pour cela l'appareil se dérègle; l'épaisseur de l'anneau, qui est de l'ordre du millimètre, ne varie en effet que de 10^{-7} cm pour une variation de température de 1°. L'expérience est facile à réaliser avec des rondelles de papier ou des anneaux d'os.

Les poudres provenant de solides très peu conducteurs de l'électricité doivent se comporter comme ces anneaux et jouer plus efficacement encore le rôle de stabilisateurs du détecteur à air. Nous avons obtenu de très bons résultats avec les corps solides dont la résistivité spécifique est la plus élevée (de l'ordre de 10^{13} ohm-cm). Je ne puis citer ici que quelques corps parmi tous ceux que j'ai essayés. Le soufre, l'ébonite, le mica en poudre, l'oxyde de plomb, l'oxyde de mercure, l'oxyde de zinc, le fluorure de calcium, le papier, la soie, le coton, le verre, etc. La silice, qui est très dure et qui se

[1] *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 776.

dilate fort peu, donne des résultats excellents; le liège stabilise aussi, mais beaucoup moins bien.

On pourrait faire remarquer que si le diélectrique air permet la détection, tous les diélectriques même solides doivent la permettre. Je suis persuadé qu'il en est ainsi, mais je crois pouvoir affirmer que pour eux la limite *l* est inférieure à celle qui correspond à l'air et doit être fonction du pouvoir inducteur spécifique. Voici, du reste, une expérience simple qui vient à l'appui de ce que j'avance : on dispose entre la sphère et le plan conducteur une lame de verre ou de mica assez peu épaisse pour donner en lumière blanche les colorations des lames minces, puis on exerce à l'aide de la sphère une pression croissante, jamais le courant ne passe. Si pour une pression suffisante une fente se produit dans le diélectrique, la détection a lieu et le détecteur obtenu est stable.

Il m'a été impossible jusqu'ici de préparer des lames de verre ou de mica suffisamment minces pour réaliser la détection directement sans rupture. Cependant, en déposant au pinceau sur la lame métallique des couches successives de gomme laque en solution étendue dans l'alcool, on arrive à produire des lames isolantes d'épaisseur très faible; la détection a été bonne toutes les fois que l'épaisseur du vernis n'a pas dépassé 10^{-4} cm. La gomme est sans doute plus facilement compressible que le verre et par compression on peut atteindre la limite de *l* relative au corps dont il s'agit.

Les diélectriques liquides et les corps mous comme les graisses, les paraffines, se comportent comme l'air, ils ne donnent des détecteurs stables que si l'on rend leur épaisseur invariable par le moyen indiqué plus haut.

Les corps susceptibles de donner avec la vapeur d'eau contenue dans l'air des solutions électrolysables, laissent passer le courant et ne permettent pas la détection. (Exemple : chaux, anhydride borique, etc.)

Conclusion. — Tout contact imparfait métal-diélectrique-métal peut constituer un détecteur. Si le diélectrique interposé est gazeux ou liquide, le détecteur obtenu est inutilisable par suite de son extrême instabilité due aux variations inévitables de la température. Les solides pulvérulents très mauvais conducteurs permettent de stabiliser ces détecteurs, ils sont d'autant plus efficaces que leur coefficient de dilatation est plus faible et que leur résistance à la déformation est plus grande (silice).

ÉLECTROCHIMIE. — *Électrolyse ignée des oxydes dissous dans l'acide borique ou dans les borates.* Note [1] de M. ANDRIEUX, présentée par M. G. Urbain.

Dans cette Note, je me propose de décrire brièvement le dispositif expérimental dont je me suis servi et d'indiquer quelques-uns des résultats que j'ai obtenus en étudiant l'électrolyse ignée des borates.

Le sel ou le mélange de sels à électrolyser est fondu dans un creuset cylindrique en charbon de cornue de 46^{mm} de diamètre intérieur, 55^{mm} de hauteur et 6^{mm} d'épaisseur; ce creuset sert d'anode ou de cathode, suivant les cas. L'autre électrode, suspendue dans l'axe du creuset, peut se déplacer verticalement; elle est constituée soit par une baguette de charbon, soit par une tige métallique pleine, ou creuse avec circulation d'eau.

Pour fondre l'électrolyte et le maintenir en fusion lorsque l'effet Joule est insuffisant, le creuset est placé dans la chambre centrale d'un four électrique à résistance de charbon granulé. Un voltmètre, un ampèremètre, un compteur Stia et un couple thermo-électrique de Le Chatelier sont annexés à l'appareil.

Au moyen de ce dispositif, j'ai d'abord repris l'électrolyse du borax fondu. Les expérimentateurs qui ont déjà effectué cette électrolyse : Faraday [2], Gérardin [3], Hampe [4], Moissan [5], Stähler et Elbert [6] et Zschille [7], ont généralement obtenu du bore amorphe impur à la cathode et un dégagement d'oxygène à l'anode, mais aucun d'eux n'a mis en évidence la séparation du sodium par réaction primaire à la cathode ; c'est ce que je me suis proposé de faire. Pour cela il faut opérer à une température inférieure à 880°, point d'ébullition du sodium. Mais, au-dessous de cette température, le borax est si pâteux que son électrolyse est impraticable ; on peut cependant tourner la difficulté et recueillir du sodium en refroidissant seulement la cathode et en maintenant le bain à une tempéra-

---

(1) Séance du 4 janvier 1926.

(2) *Pogg. Ann. der Phys.*, **34**, 1834, p. 481.

(3) *Comptes rendus*, **53**, 1861, p. 727.

(4) *Chemiker Zeitung*, **12**, 1888, p. 841.

(5) *Comptes rendus*, **114**, 1892, p. 392.

(6) *Ber. d. deuts. chem. Gesell.*, **46**, 1913, p. 2060.

(7) *Elektrolyse geschmolzener Borate* (*Dissert.*, München, 1913).

ture suffisamment élevée pour que le dégagement d'oxygène à l'anode puisse se faire aisément.

J'ai employé comme anode le creuset de charbon et comme cathode la tige de fer creuse dont l'extrémité inférieure est formée par un petit cylindre plein de 25^{mm} de longueur et 12^{mm} de diamètre. Je fonds dans le creuset 130^{g} de borax anhydre et je maintiens la température à 900°. Je fais plonger la cathode de 20^{mm} dans le sel fondu et, après 15 minutes, je fais passer dans celle-ci un très faible courant d'eau. Dans ces conditions, il se forme, sur la partie de la surface du bain entourant la cathode, une croûte solide de borax qui protège de l'oxydation les parties sous-jacentes. Autour de la partie immergée du petit cylindre de fer, le borax reste à l'état pâteux, sa température étant comprise entre 750 et 800°. A ce moment, je commence l'électrolyse en faisant passer un courant de 2,5 ampères sous 4 volts. A la fin de l'opération la durée est généralement de 2 heures, j'augmente la vitesse de circulation de l'eau et je relève très lentement la cathode, de manière à former autour des produits séparés une couche d'électrolyte solidifié. Je retire ainsi une boule de la grosseur d'une noix. Si, après refroidissement complet, on brise cette boule, voici ce que l'on observe autour de l'extrémité de la cathode en allant de l'intérieur vers l'extérieur : 1° une couche de sodium pur; 2° une couche plus importante de sodium mêlé de bore; 3° une mince couche de bore ; 4° la couche d'électrolyte solidifié.

En ajoutant au borax certains oxydes qui y sont peu solubles tels que l'alumine ou la glucine calcinées et finement pulvérisées, la réduction de l'électrolyte par le sodium peut être presque complètement évitée. J'ai pu obtenir ainsi, à plusieurs reprises, de petites boules de sodium de 1^{g} à 2^{g}, ne contenant que très peu de bore à leur périphérie.

Au contraire, si l'on favorise la réduction en opérant à température plus élevée, la proportion de sodium diminue rapidement et celle de bore augmente; lorsque la température de la cathode dépasse 900°, on n'obtient plus que du bore. Par exemple, le bain étant à 950°, j'ai obtenu, avec une cathode refroidie et un courant de 2,5 ampères après 2 heures, $0^{g},680$ de bore et une petite quantité de sodium ; avec une cathode non refroidie et à 1000°, les autres conditions restant les mêmes, j'ai recueilli $0^{g},760$ de bore.

En électrolysant, à 950°, les borates de potassium et de lithium, j'ai obtenu également du bore.

Enfin, en dissolvant dans l'acide borique ou dans les borates, seuls ou mélangés à d'autres sels, les oxydes des métaux moins électropositifs que les précédents, j'ai obtenu par électrolyse soit les métaux correspondants comme le zinc et le cadmium, soit des produits complexes comme des bronzes de tungstène par exemple.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la théorie du durcissement des ciments hydrauliques.* Note de M. **Baykoff**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On admet aujourd'hui, depuis les recherches de M. H. Le Chatelier, que la cristallisation corrélative du durcissement des ciments résulte de la sursaturation passagère de composés solubles, cette sursaturation étant due à la solubilité plus grande des composés anhydres.

D'après mes expériences, le phénomène serait plus complexe, l'hydratation première des constituants anhydres du ciment donnerait des hydrates colloïdaux, puis le gel cristallin ainsi produit se transformerait en un agrégat de gros cristaux, par suite de la solubilité plus grande des cristaux de petites dimensions.

Il est facile de vérifier cette conclusion par l'expérience suivante. Dans une fiole renfermant 100^{cm^3} d'eau, on introduit 5 à 10^{g} de sulfate de chaux semi-hydraté et l'on agite vivement. En cessant l'agitation à un moment convenable, on voit le mouvement des particules cesser et tout le liquide se solidifier en une masse gélatineuse présentant l'aspect des gels de silice. Si, au lieu d'eau pure, on emploie des solutions de sulfate de potassium ou de sulfate d'ammonium, l'expérience est achevée en 2 ou 3 minutes.

Pour expliquer la formation de sulfate de chaux colloïdal en présence d'eau qui peut le dissoudre, il suffit de remarquer que toute substance est insoluble dans sa solution saturée et que la condition nécessaire pour la formation des colloïdes est ainsi réalisée.

Dans le but de vérifier cette théorie sur le ciment portland, j'ai introduit 30 à 50^{g} de ciment dans un litre d'eau et fortement agité pour empêcher l'agglomération des grains. Au bout de quelques jours, on voit apparaître des flocons volumineux qui ne se précipitent plus qu'assez lentement. En même temps les parois se couvrent de petits cristaux très bien formés. Ils commencent à paraître entre le troisième et le quatrième jour, puis continuent de croître pendant quelques semaines.

Pour suivre la marche du phénomène, j'ai prélevé de temps en temps des portions de liquides que j'ai analysées. Elles renfermaient des traces de silice et d'alumine, un peu de sulfate de chaux et des quantités considérables d'hydrate de chaux. A la fin des expériences, j'ai brisé le ballon et recueilli les cristaux adhérents aux parois. Voici les résultats de ces différentes analyses.

Composition du ciment.

Perte au feu	3,0
SiO^2	21,4
Al^2O^3 et Fe^2O^3	8,6
CaO	63,8
MgO	2,2
SO^3	1,1
	100,3

Composition des solutions liquides.

Durée de l'expérience.	Poids de matière par litre. CaO.	$CaSO^4$.
1 heure	1,038	0,004
1 jour	1,214	0,018
3 jours	1,672	0,011
8 jours	1,520	0,013
25 jours	1,345	0,007
1 an	1,025	0,008

Composition des cristaux.

Poids de matière.	0,419.	0,404.	Théorique.
Ca	73,3	73,6	75,7
H^2O	24,3	25,3	24,3
SiO^2	2,0	0,6	0,0
Al^2O^3	0,4	0,3	0,0
Total	100,0	99,8	100,0

La composition des cristaux correspond exactement à celle de l'hydrate de chaux.

D'autre part, la teneur en chaux de la solution passe par un maximum, $1^g,7$ par litre, notablement supérieur à la solubilité normale de la chaux. Au début la chaux s'est séparée à l'état colloïdal, puis s'est ensuite progressivement transformée en cristaux.

Il y aurait donc à envisager dans le durcissement des ciments trois périodes successives :

1° La première est celle de *dissolution*, pendant laquelle la liqueur se sature progressivement des divers éléments solubles.

2° La seconde est celle de *colloïdation*, pendant laquelle tous les produits de la réaction chimique se forment à l'état colloïdal. Elle correspond au début de la prise.

3° La troisième est celle de *cristallisation*, pendant laquelle les gels se transforment en agrégats cristallins. C'est la période de durcissement proprement dite.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Stabilité des solutions de gaz carbonique.* Note de MM. A. Kling et A. Lassieur, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons indiqué (¹) que l'eau, purifiée aussi complètement que pos-possible, présente une réaction acide, bien déterminée, correspondant à pH = 5,8 environ. Nos expériences : purification de l'eau et mesure de sa réaction, ont été faites dans de telles conditions qu'il est extrêmement peu plausible d'attribuer l'acidité constatée, à la présence d'acide carbonique dissous. Nos résultats, pour certains qu'ils nous ont paru, ne satisfont pas complètement l'esprit. Il est d'opinion courante que l'eau fixe avec une grande facilité l'acide carbonique, et il a même été avancé qu'elle le retient opiniâtrement. S'il en était bien ainsi, on pourrait penser que de très faibles quantités d'acide carbonique, fixées par l'eau, réputée extrêmement avide de ce gaz, sur la foi de l'opinion générale, pourraient en dépit de tous les efforts, communiquer à l'eau, la réaction acide constatée.

Pour lever toute indécision sur ce point important, nous avons étudié les solutions carboniques, du point de vue de leur stabilité et de la variation éventuelle de leur titre.

Nos expériences ont porté sur l'eau purifiée par distillation, dans un appareil de platine, et rigoureusement exempte d'ammoniaque. Du gaz carbonique, préparé par calcination du bicarbonate de soude, est purifié par filtration à travers une colonne de coton hydrophile, destinée à arrêter les particules de carbonate pouvant être entraînées par le gaz, et dissous dans l'eau purifiée. Le titre de la solution obtenue ayant été fixé par titrage acidimétrique, le liquide est abandonné dans un flacon de platine, obturé par un tampon de coton.

De temps à autre, on détermine la quantité de gaz carbonique demeuré en solution. On observe une baisse rapide du titre de la liqueur, et au bout de quelques jours, il n'est plus possible de déceler de gaz carbonique par titrage. La présence de l'acide carbonique est cependant encore vérifiable au moyen du rouge de méthyle. Enfin, bientôt, la réaction du liquide devient celle de l'eau la mieux purifiée, c'est-à-dire que son exposant d'hydrogène prend la valeur pH = 5,8 environ. A partir de ce moment l'exposant d'hydrogène reste fixe. On est donc fondé à dire que le gaz carbonique, en solution dans l'eau, est dans un état instableet qu'il se sépare de son

(¹) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 1062.

solvant, facilement et complètement. Au lieu d'abandonner la solution carbonique au contact de l'atmosphère ambiante, nous avons renouvelé l'expérience en exposant l'eau chargée de gaz carbonique sous une cloche de verre, en présence d'un alcali fixe : baryte, chaux ou soude. Le phénomène reste le même, et l'on observe le départ complet du gaz carbonique de la solution, à la condition que l'alcali employé comme absorbant du gaz carbonique soit rigoureusement exempt d'ammoniaque. Dans le cas contraire, l'ammoniaque est saisie par la solution carbonique, qui devient stable. Ainsi, l'eau ordinaire ne renferme de gaz carbonique en solution, qu'à la faveur, soit de petites quantités d'ammoniaque dissoutes, soit de la présence des bases fixes qu'on rencontre dans la nature. Si la solution carbonique est chauffée à l'ébullition, au lieu d'être abandonnée à froid, le départ complet du gaz carbonique a lieu dans un temps très court.

Nos expériences peuvent être considérées comme une preuve nouvelle apportée à l'appui de nos conclusions précédentes, à savoir que la réaction acide de l'eau purifiée n'est pas due à la présence de gaz carbonique.

Nous aurions voulu pouvoir mettre en évidence, par une mesure directe, que l'eau purifiée est différente d'une solution carbonique, présentant une concentration N/100 000, lui conférant le même exposant d'hydrogène, soit $pH = 5,8$. Nous n'avons pu y réussir jusqu'ici; la conductibilité électrique et la réaction du milieu sont tellement voisines pour l'eau purifiée et pour la solution carbonique de $pH = 5,8$, qu'il est impossible de tirer la moindre conclusion de la considération de ces constantes physiques, qui sont cependant parmi les plus sensibles aux variations de composition dans le cas présent.

MÉTALLURGIE. — *Étude de la fragilité des aciers étirés à froid.* Note de M. **Georges Delbart**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Nous avons donné antérieurement (¹) quelques résultats d'essais relatifs à la résistance, à l'allongement et à la corrosion d'aciers ayant subi à l'usine des étirages à froid et recuits successifs; nous les complétons aujourd'hui par quelques chiffres de résistance au choc sur barreau entaillé (modèle Mesnager) obtenus avec le mouton-pendule Charpy.

Les aciers étudiés avaient la composition suivante :

(¹) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 934 et 1942.

Numéros.	C.	Si.	S.	P.	Mn.
1.........	0,115	0,056	0,027	0,026	0,50
2.........	0,136	0,046	0,020	0,020	0,71
3.........	0,30	0,084	0,024	0,027	0,85
4.........	0,48	0,178	0,024	0,034	0,78

Lors de l'étirage, les recuits intermédiaires ont été exécutés à 700°, sauf pour l'acier n° 2 qui a chaque fois été recuit à 900°. Pour les essais de résilience, le recuit final a été fait de 100° en 100° jusqu'à 1000°. Dans le cas présent on a étiré sur forte épaisseur afin de pouvoir prélever des éprouvettes de 10^{mm} de côté, tandis que précédemment les produits finis n'avaient plus que 4^{mm} d'épaisseur.

Comme on pouvait le prévoir, on a constaté pour les aciers doux un maximum de fragilité pour les recuits compris entre 300° et 400° et un minimum entre 900° et 1000°, sans toutefois percevoir les effets de l'écrouissage critique pour les recuits entre 650° et 850°; par contre, au recuit final des aciers demi-durs, on a observé un minimum de fragilité pour le recuit à 700° qui est coalescent. Les chiffres suivants qui sont la moyenne d'un grand nombre d'essais, se passent de commentaire.

Acier n° 1 (après étirage de 4,5 pour 100, recuit à 700°, et un deuxième étirage de 10 pour 100).

Temp. de recuit...	15°.	100°.	200°.	300°.	400°.	500°.	600°.	700°.	800°.	900°.	1000°.
Résilience.....	19,71	21,5	21,31	20,84	20,52	22,66	22,80	23,37	23,68	27,61	27,8
Le même, après recuit à 700° et un troisième étirage de 13 pour 100 :											
»	16	17,80	13	7,7	14	18	20	27	26	27,2	26
Le même, après recuit et un quatrième étirage de 17,7 pour 100 :											
»	13,5	15,8	10	8	14	18	20	27	27	30	29
Le même, après recuit et un cinquième étirage de 13,3 pour 100 :											
»	12	16,4	17	8	20	23	23	27	26	26,5	25

Acier n° 2 (après étirage de 3 pour 100, recuit à 900° et étirage de 8,7 pour 100).

Résilience.....	16,6	17,4	16,7	17	16,9	17,4	19,3	17,4	20,5	21,6	22,6
Le même, après recuit à 900° et un troisième étirage de 12 pour 100 :											
»	16,6	17,6	15	8	15	17,4	20,7	21,1	21,7	23,3	23,7
Le même, après recuit à 900° et un quatrième étirage de 11,4 pour 100 :											
»	18,4	18,6	17,7	11,6	5,15	6,75	10,87	23,07	22,25	22,36	26
Le même, après recuit à 900° et un cinquième étirage de 11,9 pour 100 :											
»	11,4	11,6	1,14	1,18	2,3	6,74	17,7	27,52	26,80	28,05	30

Après ce dernier passage à la filière, on constate une chute très marquée pour les recuits compris entre 100° et 600°.

Enfin l'*acier n°* 3, après cinq étirages de 8, 8, 9, 9 et 16 pour 100 et recuits intermédiaires à 700° donne :

Temp. de recuit...	15°.	100°.	200°	300°.	400°.	500°.	600°.	700°.	750°.	800°.	900°.	1000°.
Résilience......	5,7	4,58	3,6	2,3	4,4	6,4	13,7	16	13,3	14	13,2	13,4

et l'*acier n°* 4, après cinq étirages de 1,7, 8,9, 15,7, 9 et 9,5 pour 100, recuits intermédiaires à 700° et vieillissement de 100 jours après le dernier étirage :

Résilience......	4,6	5,1	4,8	4,5	4,0	4,4	4,9	6,15	5,10	5,0	4,2	4.3

Dans les aciers recuits à moins de 700°, la cémentite était coalescée; dans ceux recuits entre 700 et 850°, on observait un mélange de sorbite et de perlite globulaire; et au delà de 850°, uniquement de la perlite sorbitique.

On obtient donc un maximum de résilience par des étirages et recuits rapides à 700°. Les recuits de longue durée à la même température confirment ces résultats sur l'acier n° 4, tandis qu'on constate au contraire une diminution de la résilience avec l'acier n° 3, ce qui s'expliquerait probablement par une influence du recuit sur la ferrite.

Acier n°	1 heure à 700°.	2 heures.	3 heures.	6 heures.
3.................	12,1	12,4	13	»
4.................	5,78	5,88	6,38	5,75

Enfin le recuit au point A^3 des aciers 3 et 4 bruts de laminage n'a pas donné de résilience supérieure à celles obtenues après étirages et recuits à 700°; seule la trempe à l'eau à 850° suivie d'un revenu à 700° a donné des chiffres supérieurs

N°s.	Brut de laminage.	Recuit au point A^3.	Trempé et revenu.
3..................	$\rho = 9,28$	11,67	18,80
4..................	4,8	5,26	10,70

Ces derniers chiffres permettent la comparaison avec les résultats obtenus après étirage et montrent l'influence favorable des étirages et recuits rapides à 700°.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le chloro-iodure, le bromo-iodure et le chlorobromure stanneux.* Note de M. T. **Karantassis**, présentée par M. A. Béhal.

MM. Young et Maxwell [1] ont obtenu, en faisant agir l'iode sur Cl^2Sn en solution chlorhydrique, des produits cristallisés de couleur orangée ou jaune suivant la composition du mélange. Les analyses ont montré que la proportion des halogènes Cl et I était très variable, et les auteurs ont conclu à un mélange de Cl^2Sn et I^2Sn en cristaux isomorphes.

Nous avons repris cette étude en opérant d'une façon plus exacte, en solution ne contenant que des produits stanneux, et les résultats obtenus ont été différents de ceux de ces auteurs.

Chloro-iodure stanneux ClISn. — En dissolvant de l'iode dans une solution de Cl^2Sn et ClH, on obtient une liqueur rouge qui a été réduite en ajoutant de l'étain en feuilles en excès. Les réactions sont :

$$2\,Cl^2Sn + 4\,I = Cl^4Sn + I^4Sn;\; I^4Sn + Sn = 2\,I^2Sn \quad \text{et} \quad Cl^4Sn + Sn = 2\,Cl^2Sn;$$

enfin,

$$2\,Cl^2Sn + 2\,I^2Sn = 4\,ClISn.$$

La solution chaude est jaune paille; par refroidissement, elle laisse déposer des cristaux formés de longues aiguilles ou prismes allongés qui ont été essorés d'abord par filtration au vide, puis compression sur plaque poreuse, et enfin dans le dessiccateur à vide sulfurique. Ce produit s'altère rapidement à l'air humide; sous l'influence d'un peu d'eau mère iodhydrique et de l'oxygène il fournit de l'oxyiodurostannique et rougit en se liquéfiant en partie. Suivant que la solution primitive contient plus ou moins de I^2Sn, les phénomènes de cristallisation sont différents : avec une quantité suffisante de l'iodure les premiers cristaux qui se déposent sont rouges, et formés d'iodure stanneux; à froid, ils réagissent avec leur eau mère et se transforment lentement en cristaux blancs de chloro-iodure, sans qu'on puisse noter un intermédiaire entre la couleur rouge primitive et celle du chloro-iodure. Avec un grand excès de Cl^2Sn les cristaux déposés sont incolores d'emblée et ne paraissent jaunes que parce qu'ils se déposent dans une eau mère ayant cette coloration.

Pour s'assurer que les cristaux ne sont pas dépendants de l'eau mère, on a effectué l'analyse de ceux-ci et du liquide qui les baignait. On trouve :

[1] S.-W. Young et A. Maxwell, *Journ. amer. ch. Soc.*, 19, 1897, p. 515.

	Cristaux.	Calculé pour ClISn.
Sn pour 100	42,63	42,28
I	44,87	45,12
Cl	12,50	12,60

	Eau mère.	Acidité totale calculée en ClH.
Sn	23,35	17,84
I	3,60	
Cl	14,71	

Le rapport I^2Sn et Cl^2Sn est le suivant :

$$Sn : I^2 1 : 0,06; \quad Sn : Cl^2 1 : 1,05;$$

on voit que l'eau mère est constituée presque exclusivement par du Cl^2Sn et contient environ 15^{mol} de ce sel pour 1^{mol} de I^2Sn.

S'il restait des doutes au sujet de l'existence de ClISn pur, l'analyse thermique les enlèverait : en effet on trouve, en déterminant les P. F. de mélanges des deux sels et en partant de I^2Sn un premier eutectique à 244°, contenant $52^{mol},4$ de SnI^2, rouge à froid; le P. F. monte ensuite à 259° pour la composition à molécules égales des deux sels, et redescend à 221° second eutectique, à $84^{mol},5$ de Cl^2Sn; il remonte à 254° pour Cl^2Sn pur. La couleur des mélanges est rouge brun à chaud, mais à froid elle est jaune pâle verdâtre dès qu'on a dépassé le premier eutectique. Il n'y a donc aucun doute sur l'existence du composé défini ClISn.

Bromo-iodure stanneux BrISn. — On obtient une solution de ce sel, en réduisant par la feuille d'étain une solution de Br^4Sn et BrH, additionnée d'iode. Comme dans le cas précédent, on obtient suivant les proportions d'iodure et de bromure, tantôt une cristallisation d'iodure, tantôt des cristaux aiguillés jaune pâle de bromo-iodure. L'analyse de diverses récoltes de ce sel jaune, a montré qu'on n'avait pas affaire à un sel mixte pur, mais à des solutions solides d'iodure dans le bromo-iodure : Exemple :

	Cristaux.	Calculé pour BrISn.
Sn pour 100	36	36.5
I	42.4	38,9
Br	21,6	24,54

	Eau mère.	Acidité totale calculée en BrH.
I	7,4	28,48
Br	22,9	
Sn	11,6	

L'analyse thermique des mélanges de Br^2Sn et I^2Sn a confirmé l'existence de cristaux mixtes avec tendance à la formation du sel BrISn; en effet en débutant à 226°,7 P.F. du bromure, on observe, par addition d'iodure, un abaissement presque insensible, à 226°, puis une montée lente du P.F. jusqu'à 240° avec 42^{mol},8 d'iodure et un plateau s'étendant jusqu'à 62^{mol},7 d'iodure; enfin le P.F. monte à nouveau lentement pour atteindre 320°, P.F. de l'iodure pur.

Chlorobromure stanneux ClBrSn. — Par voie humide, il a été jusqu'ici impossible d'obtenir des résultats nets, principalement à cause de la très grande solubilité des composants. Par voie sèche on a observé qu'en partant de Br^2Sn, P.F. 226°,7, l'addition de Cl^2Sn provoque un abaissement du P.F. jusqu'à formation d'un eutectique P.F. 213°, avec 62^{mol},8 de Br^2Sn; aussitôt ce point passé, et par addition de Cl^2Sn, on obtient un mélange qui se gonfle fortement au moment de la cristallisation et provoque la rupture du vase; la température du P.F. monte alors régulièrement jusqu'à 245° P.F. du Cl^2Sn pur. Il semble donc qu'il n'y ait pas de composé mixte stable, mais il reste à expliquer le phénomène curieux de la dilatation considérable du mélange au voisinage de la composition eutectique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Un exemple d'éther-oxyde d'hydrate de cétone.* Note de M. J. Bougault, présentée par M. Charles Moureu.

Sous ce titre j'ai déjà publié plusieurs Notes ([1]) montrant l'originalité des réactions fournies par le composé

$$(I)\qquad \begin{array}{l} C^6H^5.CH^2.CH^2.C(OH).CO^2H \\ \qquad\qquad\qquad\quad\; O \\ \qquad\qquad\qquad\quad\; | \\ C^6H^5.CH^2.CH^2.C(OH)CO.NH^2 \end{array}$$

dont j'ai donné la préparation à partir de l'amide phényl-α-oxycrotonique $C^6H^5.CH{=}CH.CHOH.CO.NH^2$, et dans lequel j'ai admis la fonction éther-oxyde d'hydrate de cétone : cette fonction spéciale étant sans doute la cause des particularités observées.

Voici de nouveaux faits qui accentuent l'originalité de cette fonction. Lorsqu'on cherche à passer de l'acide amidé (I) à l'acide bibasique corres-

([1]) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1944; 181, 1925, p. 247. — Voir aussi avec plus de détails *Bull. Soc. chim. de France*, 4e série, 37, 1925, p. 1420.

pondant, on peut espérer arriver au résultat soit par saponification alcaline, soit par saponification acide.

Le premier mode échoue, comme je l'ai indiqué déjà, à cause de la facile décomposition, en liqueur alcaline, de l'acide amidé (I), en ammoniaque et acide benzylpyruvique.

Le deuxième mode ne conduit pas non plus au résultat cherché, mais les produits qu'il fournit ne sont pas sans intérêt. L'action de l'acide chlorhydrique en solution acétique donne, en effet, deux composés différents suivant la proportion d'acide chlorhydrique employé; tous deux sont des lactones, qui fondent, l'une à 120°, l'autre à 82°; elles sont isomères, mais très différentes comme constitution et comme réactions.

Je m'occuperai aujourd'hui de la lactone fondant à 120°.

Préparation. — On dissout à chaud 5g d'acide amidé (I) dans 30g d'acide acétique, puis on ajoute 20^{cm^3} d'acide chlorhydrique (D = 1,17) dilués dans 80^{cm^3} d'eau. On porte à l'ébullition avec tube à reflux. On observe bientôt un dégagement d'acide carbonique et le liquide se trouble par dépôt d'un liquide sirupeux jaunâtre. Après 4 heures d'ébullition on laisse refroidir, on sépare le produit sirupeux, on le lave à l'eau; il ne tarde pas à cristalliser.

Le produit, purifié par cristallisation dans l'éther, fond à 120°. Insoluble dans l'eau, il est soluble dans l'alcool, l'éther, le benzène; l'éther de pétrole le sépare de ces deux derniers dissolvants.

L'analyse élémentaire, l'examen de ses propriétés et de ses produits de dédoublement m'engagent à lui attribuer la formule de constitution suivante :

$$
\text{(II)}\qquad
\begin{array}{l}
C^6H^5.CH^2.CH^2CH \\
\qquad\qquad\qquad\quad | \quad \searrow \\
\qquad\qquad\qquad\quad O \quad\ O \\
\qquad\qquad\qquad\quad | \quad \swarrow \\
C^6H^5.CH^2.CH = C-CO
\end{array}
$$

Cette lactone, insoluble dans l'eau, est soluble dans la lessive de soude très étendue, le composé sodique qui en résulte (sans ouverture de la chaîne lactonique) est précipité par une faible addition de soude en excès. De ce dérivé sodique, les acides les plus faibles régénèrent la lactone primitive.

La réaction la plus remarquable est le dédoublement qu'elle subit sous l'action des alcalis dilués à l'ébullition : il y a hydratation et formation d'aldéhyde phénylpropionique $C^6H^5.CH^2.CH^2.CHO$ et d'acide benzylpyruvique $C^6H^5.CH^2.CH^2.CO.CO^2H$.

Le rendement en acide benzylpyruvique est sensiblement théorique,

celui en aldéhyde très faible, sans doute à cause de sa résinification très rapide au contact de l'air.

L'aldéhyde phénylpropionique a été caractérisée cependant avec une grande sûreté, par son odeur si spéciale, et aussi par sa semicarbazone fondant à 127°, laquelle a été comparée à la semicarbazone d'aldéhyde phénylpropionique d'origine certaine.

La formule (II), proposée pour représenter la constitution de la lactone, rend bien compte de ce curieux dédoublement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation de cétones en présence de noirs de platine pur et impur*. Note de **M. Faillebin**, présentée par M. Moureu.

J'ai montré [1] que l'adjonction au noir de platine, au moment de sa préparation, de certaines impuretés : alumine, hydrate ferrique, modifiait le résultat de l'hydrogénation de diverses cétones et aldéhydes. Si par exemple à une solution d'acide chloroplatinique pur on ajoute du chlorure ferrique, et que l'on réduise le mélange par le formol et la soude, on obtient un noir de platine permettant d'avoir, en général avec de bons rendements, les alcools à partir des aldéhydes et des cétones, alors que le noir préparé à partir de l'acide chloroplatinique pur, tend, dans les mêmes conditions, à produire une réduction plus avancée.

Dans le cas de l'acétylacétate d'éthyle en solution éthérée par exemple, alors que le platine-fer fournit le β-oxybutyrate d'éthyle avec un rendement de 75 pour 100, l'emploi du platine pur provoque, toutes choses égales d'ailleurs, la formation pratiquement exclusive de butyrate d'éthyle.

Cette Note a pour but d'apporter une contribution à l'étude du mécanisme de ce phénomène.

Doit-on considérer le platine pur comme un nouveau catalyseur, la présence de fer ayant, par exemple, modifié le processus de formation du noir; ou, au contraire, le platine-fer n'est-il que le platine pur intimement mêlé à un composé du fer. Dans cette dernière hypothèse, si l'on arrive à enlever le fer mêlé au noir de platine pur sans nuire à l'activité du catalyseur, on doit retrouver un catalyseur donnant les mêmes résultats que le noir de platine pur.

J'ai réussi à enlever la plus grande partie du fer présent dans un cataly-

---

[1] *Comptes rendus*, **175**, 1922, p. 1077, et **177**, 1923, p. 1118.

seur, par le mélange à volumes égaux d'acétylacétone et d'acide acétique agissant en présence de l'air.

Le platine-fer placé dans un cristallisoir est recouvert d'une couche du mélange; on agite de temps en temps, le liquide rougit; lorsqu'il est très fortement coloré on le décante, et il est remplacé par du mélange neuf jusqu'à ce que tout le fer que l'on peut ainsi enlever soit dissous; on s'en aperçoit à ce qu'après plusieurs heures la coloration reste faible. Le catalyseur est essoré au creuset de Gooch, lavé à l'acétate d'éthyle, puis à l'éther anhydre.

Le catalyseur ainsi obtenu, que je nommerai platine moins fer, est encore actif, et j'ai constaté qu'il donne l'effet du platine pur, sinon autant que le platine pur, du moins à un haut degré. J'ai hydrogéné l'acétylacétate d'éthyle en solution soit dans l'éther, soit dans l'hexane normal, et l'anisylacétone en solution dans l'acétate d'éthyle. Chaque lot de platine-fer a été partagé en deux portions égales : l'une a servi à faire une hydrogénation; à l'autre j'ai enlevé le fer, et je l'ai ensuite employée à la même hydrogénation. Les expériences avec le platine pur n'ont pas été reprises, elles ont fait l'objet d'un Mémoire publié dans un autre Recueil (*Annales de Chimie*, 1925).

Ainsi 16^{g} d'acétylacétate d'éthyle mêlés à 190^{cm^3} d'éther, en présence de 5^{g} de platine-fer ont fixé 2700^{cm^3} d'hydrogène et ont donné 12^{g} de β-oxy butyrate d'éthyle pur, sans trace de butyrate d'éthyle. Avec le platine moins fer, après fixation de 4150^{cm^3} il s'était formé 7^{g} de butyrate d'éthyle correspondant à 2900^{cm^3} d'hydrogène.

Dans l'hexane normal le phénomène suit une marche parallèle. Pour l'anisylacétone en solution dans l'acétate d'éthyle le résultat est analogue.

Comme les produits d'hydrogénation de l'anisylacétone à l'aide du platine pur sont nombreux (*Annales de Chimie*, 1925), j'ai simplement vérifié par mesures d'indices que lors de l'emploi du platine moins fer, les têtes de distillation étaient composées de corps cyclohexaniques exigeant pour leur formation beaucoup plus de la moitié de l'hydrogène fixé, alors que dans le cas du platine-fer il ne se fait que l'alcool secondaire.

Ainsi l'enlèvement du fer au platine donne un catalyseur entièrement changé, donnant un effet très comparable à celui du platine pur. Le cas du platine-aluminium est analogue : appliqué à l'hydrogénation de l'acétylacétone, le composé d'aluminium se dissout et l'on obtient un résultat analogue à celui que donne le platine pur. Cela ne résout toutefois pas entièrement la question de savoir s'il y a identité entre le platine pur et le platine moins fer ou moins aluminium. Il y aurait encore lieu de savoir si toute

opération faite avec le platine pur peut se réaliser avec le platine sans fer, ou encore que leurs pouvoirs catalytiques sont identiques.

La présente étude met simplement en évidence l'addition des effets du composé du fer et du catalyseur d'hydrogénation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation catalytique des vinylalcoylcarbinols en vinylalcoylcétones en présence du noir de palladium.* Note de M. **Raymond Delaby**, présentée par M. A. Béhal.

Dans une précédente Note [1], nous avons rapporté les tentatives infructueuses d'obtention des vinylalcoylcétones $CH^2 = CH - CO - R$ à partir des alcools secondaires correspondants par oxydation catalytique sur argent réduit, par oxydation chimique ou par déshydrogénation catalytique sur cuivre ou nickel : dans ce dernier cas, l'enlèvement des deux atomes d'hydrogène de la fonction alcool secondaire est immédiatement suivi de leur fixation sur la double liaison; il y a isomérisation en éthylalcoylcétones $C^2H^5 - CO - R$.

Nous avons pu effectuer l'oxydation dans le sens désiré suivant la réaction :

$$CH^2 = CH - CHOH - R + O = H^2O + CH^2 = CH - CO - R,$$

en présence de noir de palladium préparé par réduction du chlorure palladeux au moyen du formol [2].

Nous pensions tout d'abord la réaliser en milieu liquide, car des essais préliminaires effectués sur l'alcool allylique ont permis d'isoler 15 à 20 pour 100 de la quantité théorique d'acroléine.

Dans un tube cylindrique contenant l'alcool et le catalyseur (5^g par molécule d'alcool) plonge un agitateur rotatif à mouvement rapide pour empêcher le noir de se déposer au fond du récipient; l'oxygène est admis au sein du liquide par un tube de M. Villiers et l'on fait passer assez rapidement le gaz pour la même raison; enfin, le tube est relié à un réfrigérant descendant adapté à un condenseur contenant une trace d'hydroquinone et maintenu dans la neige carbonique et l'acétone. On chauffe lentement le tube dans un bain d'eau jusqu'à 85°. On recueille l'acroléine mélangée d'eau.

Mais, en mettant simplement en contact à froid le vinyléthycarbinol avec du noir de palladium, on perçoit un crépitement de la masse avec dégagement notable de chaleur. La déshydrogénation s'est produite

(1) R. Delaby et J.-M. Dumoulin, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1277.

(2) P. Breteau, *Comptes rendus*, 151, 1910, p. 1368.

instantanément ainsi que la fixation de l'hydrogène sur la double liaison : après séparation du palladium, on isole du liquide plus de 50 pour 100 de diéthylcétone.

Avec les alcools secondaires saturés nous n'avons rien observé de semblable : même à l'ébullition à reflux maintenue plusieurs heures, il n'y a aucune transformation de l'alcool butylique secondaire; les atomes d'hydrogène du groupe CHOH des vinylalcoylcarbinols sont donc particulièrement activés par le voisinage de a double liaison $\alpha\beta$.

Dès lors, l'oxydation a été effectuée en système gazeux et dans le vide (à la pression ordinaire, on s'expose à de violentes explosions). Après de multiples essais, nous nous sommes arrêté à la technique suivante. On fait barboter de l'oxygène dans l'alcool non saturé, légèrement réchauffé s'il est nécessaire; le gaz chargé de vapeur d'alcool passe sur le catalyseur dont la température s'élève progressivement jusque vers 110°, et l'on condense les produits de la réaction dans la neige carbonique. Le vide est maintenu entre 30 et 40^{mm} dans tout l'appareil. On sépare l'eau de la cétone vinylée lacrymogène surnageante ; celle-ci est caractérisée par fixation de la diéthylamine sur la double liaison (1) et formation du picrate et de la semicarbazone de la cétonamine ainsi obtenue.

Le vinyléthylcarbinol donne ainsi la vinyléthylcétone (20 pour 100 de la théorie). On retrouve à très peu près les points de fusion (sur bain de mercure) indiqués par MM. Blaise et Maire pour la semicarbazone (F. 99°) et le picrate (F. 74°,5) de la diéthylamino-éthylcétone. Pour le picrate, le dosage d'azote donne les résultats suivants : substance, $0^{g},1805$; N, 24^{cm^3} à 24°,5; $759^{mm},5$ à 27°. N pour 100 : 14,72; calculé pour $C^{15}H^{22}O^{8}N^{4}$: 14,55. A noter que le *picrate de diéthylamine* est fusible à 71°,5 (substance, $0^{g},1784$; N, $29^{cm^3},6$ à 20°; 749^{mm} à 22°. N pour 100 : 18,55 ; calculé pour $C^{10}H^{14}O^{7}N^{4}$, 18,54).

Pour obtenir la vinylpropylcétone, le catalyseur est porté vers 100° dès le début de l'opération; la *diéthylaminoéthylpropylcétone* distille à 92-95° sous 20^{mm}; *picrate*, F. 81° (substance, $0^{g},1656$; N, $20^{cm^3},8$ à 18° ; 762^{mm} à 23°. N pour 100 : 14,2 ; calculé pour $C^{16}H^{24}O^{8}N^{4}$: 14).

Ainsi le palladium a permis de réaliser l'oxydation catalytique des vinylalcoylcarbinols ; cette oxydation est d'ailleurs accompagnée de la déshydratation partielle de l'alcool en carbure diéthylénique. L'obtention des cétones vinylées par cette méthode n'est qu'un mode de formation par suite de la nécessité d'opérer sous pression réduite, d'où résulte la difficulté

(1) E.-E. Blaise et M. Maire, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 3, 1908, p. 543.

de condensation des produits de la réaction. La méthode proposée par MM. Blaise et Maire, malgré les cinq transformations qu'elle exige à partir de l'acroléine, reste donc le procédé de choix de préparation de ces cétones non saturées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers bis-phtalide-carboniques.* Note de M. **André Cornillot**, présentée par M. Béhal.

Dans une précédente Communication [1], nous avons exposé dans quelle intention nous avions entrepris de remplacer dans les éthers chlorophtalide-carboniques l'atome de chlore par des radicaux organiques. La deuxième série d'expériences portent sur l'action des composés organo-zinciques mixtes sur ces éthers chlorés.

En dehors de cas très exceptionnels, la seule action connue de ces composés est la substitution d'un radical à l'halogène des chlorures d'acides et des dérivés halogénés alcooliques, quand il est suffisamment mobile pour réagir. Or, dans notre cas, le résultat est la soudure deux à deux des restes lactoniques par leurs carbones tertiaires, selon un mode analogue à celui de la réaction de Wurtz, d'où formation de l'éther bis-phtalide-carbonique :

$$2\left[\begin{array}{l} \qquad\quad \mathrm{Cl} \\ \qquad\quad\; | \\ \qquad\quad \mathrm{C}-\mathrm{CO^2C^2H^5} \\ \mathrm{C^6H^4}\!\left\langle \quad\right\rangle\!\mathrm{O} \\ \qquad\quad \mathrm{CO} \end{array}\right] \rightarrow \begin{array}{l} \qquad\quad \mathrm{CO} \\ \mathrm{C^6H^4}\!\left\langle \quad\right\rangle\!\mathrm{O} \\ \qquad\quad \mathrm{C}-\mathrm{CO^2C^2H^5} \\ \qquad\quad\; | \\ \qquad\quad \mathrm{C}-\mathrm{CO^2C^2H^5} \\ \mathrm{C^6H^4}\!\left\langle \quad\right\rangle\!\mathrm{O} \\ \qquad\quad \mathrm{CO} \end{array}$$

Pour cette dernière substance, la stéréochimie prévoit deux isomères optiquement inactifs, l'un symétrique, l'autre racémique. Or, la réaction de CH^3ZnI sur l'éther chloré éthylique [2], qui a lieu à partir de la température de 35°, fournit, en effet, deux corps dont les analyses, les mesures cryoscopiques et toutes les propriétés sont identiques, en accord avec la formule ci-dessus : l'isomère (*a*), f. 188°, forme des prismes trapus, peu

---

(1) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 1071.

(2) Aucune réaction n'a été observée avec l'éther méthylique. Sur l'éther éthylique C^2H^5ZnI réagit également, mais d'une manière plus paresseuse, à partir de 50°. Au cours de ces réactions, on observe un dégagement d'éthane, d'où l'on déduit aisément le mécanisme réactionnel; toutefois, la quantité dégagée paraît inférieure à la quantité calculée. Peut-être y a-t-il un autre processus simultané.

solubles dans les solvants; l'isomère (b), f. 159°, des aiguilles très allongées, beaucoup plus solubles en général. Leur proportion est $\frac{1}{3}$ de (a) pour $\frac{2}{3}$ de (b). Sans doute (b) est-il l'inactif par nature, (a) le racémique.

Mais l'action des alcalis sur ces substances est particulièrement curieuse, elle donne un mélange d'acides que l'on sépare exactement (grâce à la semicarbazide) en phtalonique et phtalide-carbonique. On voit donc que la liaison entre les carbones tertiaires se révèle comme extrêmement relâchée et sensible, cependant que la constitution lactonique de l'éther chloré initial est bien confirmée. Nous avons d'ailleurs réalisé la synthèse du mélange des deux isomères simplement en faisant bouillir l'éther chloré en solution alcoolique avec de l'argent réduit.

Mais le rapprochement de ces résultats avec ceux de notre dernière Note nous paraît justifier les considérations suivantes :

Adoptons le point de vue de Werner et Meerwein sur l'affinité variable dans les liaisons organiques, reportons-nous à ce que l'on sait de certain sur la capacité affinitaire des divers radicaux, on voit que les schémas suivants prévoient tous les résultats énoncés :

C^6H^5, $CO^2C^2H^5$ (HOH) — C — C^6H^4 < > O, CO

$CO^2C^2H^5$ — C — C^6H^4 < > O, CO ······ HOH ······ $CO^2C^2H^5$ — C — O < > C^6H^4, CO

c'est-à-dire que, dans le noyau de la phtalide, les deux chaînons qui retiennent le carbone α absorbent une grande capacité affinitaire, de sorte qu'entre les deux autres liaisons de valence, la concurrence devient active, et leur intensité respective dépend de la capacité *relative* des deux radicaux substituants.

MINÉRALOGIE. — *Sur la détection et le facies des cristaux de galène et de pyrite.* Note de M. **P. Gaubert**

Certaines faces cristallines paraissent privilégiées au point de vue de la détection. Ainsi pour la galène, c'est la face a^1 (111), pour la zincite (hexagonale hémimorphe) c'est p (0001). Des physiciens en ont conclu que la détection était due à la répartition des atomes dans les cristaux [1]. D'autre

(1) H.-S. Roberts et L.-H. Adams, *Amer. Min.*, 7, 1922, p. 131. — E.-T. Wherry, *Amer. Min.*, 10, 1925, p. 28. — A.-C. James, *Phil. Magaz.*, 49, 1925, p. 681.

part, d'après la liste des minéraux détecteurs établie par M. Wherry, on peut admettre que tous ceux qui sont conducteurs de l'électricité peuvent dans certaines conditions redresser les courants alternatifs, fait auquel on doit s'attendre, si l'on considère les résultats obtenus par Mlle P. Collet ([1]) avec la galène et par M. Pélabon ([2]), qui réalise un détecteur en déposant une couche très mince d'un diélectrique sur un métal.

J'ai examiné s'il y avait une relation entre le pouvoir détecteur des cristaux de galène et de pyrite et leur facies. La détection a été constatée par le son perçu au casque et produit par différents buzzers et par l'audition des stations radiophoniques avec un récepteur à galène seul ou amplifié par une, deux ou trois lampes. On peut graduer, pour ainsi dire, le pouvoir détecteur et, en indiquant sur le dessin de la face considérée, la position et la puissance des points détecteurs, on obtient une figure rappelant celle de la répartition et des dimensions des inclusions d'un minéral.

Les cristaux limités seulement par les faces du cube, habituellement plus purs que les autres, sont en général de mauvais détecteurs et ne présentent qu'accidentellement des points sensibles.

Il n'en est pas du tout de même des cristaux octaédriques qui, presque toujours, sont de très bons détecteurs. Leurs faces de clivage ont de nombreux points très sensibles, et souvent toute la surface l'est plus ou moins. Tel est le cas des cristaux octaédriques de la mine Geraldine (Australie), de Pontpéan, de Poullaouen, de Gar Rouban, d'El Horcajo, etc. Cependant les cristaux octaédriques de Pontgibaud et ceux de la quirogite sont beaucoup moins bons détecteurs que ceux des gisements précédents.

La répartition des points sensibles dans l'étendue d'un cristal a été établie par l'examen des lames de clivage p (001) sectionnant un octaèdre entier; les plans de clivage suivant a^1 (111) ne se trouvent que dans les cristaux de quelques gisements exceptionnels, ceux-ci passent pour de bons détecteurs, mais ils sont fort rares.

Dans un octaèdre de la mine Geraldine j'ai trouvé que la partie périphérique du cristal était plus sensible que la partie moyenne, mais moins que le centre. Dans un autre cristal la sensibilité diminuait de la périphérie au centre à peu près inactif. Dans un cubo-octaèdre de El Horcajo de 2^{cm} de diamètre environ, les parties sensibles se trouvaient réparties dans les pyramides ayant pour base les faces de l'octaèdre, la sensibilité étant

---

([1]) P. Collet, *Ann. de Phys.*, 13, 1921, p. 265.
([2]) H. Pélabon, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 776.

plus grande à la périphérie que vers le centre. Deux autres cristaux ont donné des résultats identiques. Un cubo-octaèdre de Monteponi n'a montré aussi des points sensibles que sur les faces de l'octaèdre. Ces faits concordent avec les expériences de M. J. Cayrel [1].

Par contre, de beaux cristaux de Neudorf avec les faces p (001), a^1 (111), b^1 (110) n'ont montré aucun point bien sensible. Il est à remarquer qu'ils ont des clivages parfaits et qu'ils sont relativement très purs.

Dès 1908, j'ai constaté que les meilleurs cristaux détecteurs de pyrite de la collection de minéralogie du Muséum étaient parmi ceux qui se présentent en cubes ou avec la combinaison p(001) et $\frac{1}{2}b^2$(210). Les octaèdres sont toujours de mauvais détecteurs et le plus souvent tout à fait insensibles. J'ai réexaminé des cristaux par les mêmes procédés que ceux de galène et ai fait des observations identiques aux premières.

Les faits qui précèdent peuvent être interprêtés par la théorie que j'ai donnée autrefois pour expliquer les modifications du faciès des cristaux. Les cristaux se formant dans une eau mère pure ont toujours les mêmes formes, pouvant être modifiées dans une certaine mesure par la vitesse de cristallisation. Ainsi les faces a^1, b^1 tronquant les cubes de galène de Neudorf doivent être dues à l'influence de la vitesse de formation. Mais, si une matière étrangère en dissolution dans l'eau mère syncristallise avec la substance, le faciès du cristal peut être complètement modifié; au lieu d'un cube il peut se produire un octaèdre et réciproquement. La matière étrangère se dépose seulement sur les nouvelles faces produites et au début sur les angles et arêtes qu'elles tronquent. Les cristaux de galène purs doivent être des cubes et ceux de pyrite des octaèdres. Ceux de galène, avec la forme a^1 et ceux de pyrite [2] avec la forme p contiennent certainement des matières étrangères à l'état cristallin régulièrement orientées sur le cristal. Il est difficile de connaître quelle est la substance étrangère au cristal, les analyses microchimique et spectrale montrant bien les éléments simples mais pas leurs composés. Dans les cristaux octaédriques de galène, il semble que c'est la blende qui contribue à former le cristal mixte.

Pour modifier le faciès du cristal, une très faible quantité de matière étrangère, pouvant être inférieure à $\frac{1}{1000}$ du poids de ce dernier, est suffisante. Elle forme un réseau grossier dans toute la masse. Les couches de cette matière sont excessivement fines et suffisamment minces pour réaliser

---

(1) J. Cayrel, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1728.

(2) *Comptes rendus*, **147**, 1908, p. 1483, et **180**, 1925, p. 378.

un détecteur d'après les résultats obtenus par M. Pélabon, si elles sont constituées par un diélectrique. Naturellement il ne faut pas que les couches soient continues, car elles arrêteraient le courant. Par conséquent, pour qu'un point soit sensible, il faut que la pointe touche une couche de cette matière et qu'ensuite le courant puisse se propager, ce qui explique pourquoi tous les cristaux octaédriques ne sont pas bons détecteurs sur toute leur étendue. Le fait qu'un cristal pur n'est jamais sensible n'est pas en faveur des théories physiques basées sur la répartition des atomes.

On voit par ce qui précède que la considération de la détection des cristaux peut permettre d'étudier, non seulement la cause des modifications de leur faciès, mais aussi la nature de la matière étrangère modifiant ce dernier.

GÉOLOGIE. — *Sur la mesure dans laquelle la période silurienne est représentée par ses formations de l'Enceinte tassilienne, et sur la présence de l'Ordovicien au Sahara.* Note de M. **Conrad Kilian**, présentée par M. Pierre Termier.

Dans de précédentes Communications (¹) à propos des Tassili de l'Ajjer et de l'Emmidir, j'ai indiqué le rôle important des formations siluriennes dans les sédiments constitutifs de l'Enceinte tassilienne et précisé (²) les relations stratigraphiques des Schistes argileux à Graptolithes dans ces régions. Dans une publication plus récente (³), j'ai esquissé la répartition générale des Schistes à Graptolithes et de leurs cortèges des Grès supérieurs et des Grès inférieurs dans le Massif Central Saharien.

Le but de cette nouvelle communication est d'éclairer dans la mesure du

(¹) *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 825, et 176, 1923, p. 1240.

(²) A propos des Schistes de Tindesset (Foureau-Lamy), M. Haug a indiqué qu'*il n'avait pu préciser leurs relations stratigraphiques* ni avec les grès sus-jacents, ni avec les terrains cristallophylliens qui affleurent plus au Sud. A propos des Schistes d'El Khenig (Capitaine Cottenest), M. Haug a indiqué également qu'il regrettait que Flamand n'*ait pu préciser la position stratigraphique* des couches dont les Schistes d'El Khenig sont le substratum (*Documents scientifiques de la Mission Foureau-Lamy*, Masson, 1905, p. 754 et 756).

Des Graptolithes furent encore trouvés au Sahara par le Capitaine de Saint-Martin à Aïn Cheikh.

(³ C. Kilian, *Au Hoggar*, *Mission de* 1922 (Société d'Éditions géographiques maritimes et coloniales, Paris, 1925).

possible une question importante que j'avais dû laisser dans l'ombre en l'absence de mes documents de mission : quels sont les groupes d'étages du système silurien qui sont représentés dans l'Enceinte tassilienne?

La série tassilienne peut être interprétée de la manière suivante :

1° Les grès fossilifères qui affleurent sur le bord externe de l'enceinte tassilienne sont éo-dévoniens.

2° Les « grès supérieurs » que l'on rencontre ensuite quand on marche vers l'intérieur sont probablement en partie, sinon principalement et même totalement, éo-dévoniens et font la transition entre les grès éo-dévoniens fossilifères précédents et les Schistes argileux suivants.

3° Les « Schistes argileux » qui affleurent le long du bord interne des Tassilis externes et sont le soubassement des Grès supérieurs sont (*pro parte maxima*) gothlandiens.

Le gisement de Tanout Mellet (Tassili de l'Ajjer), situé vers le bas des Schistes argileux qui affleurent sur le flanc du Tassili externe dominant le Tehihaout, m'a fourni en effet principalement de nombreux *Monograptus.*

Le gisement de Khanget el Hadid ou Tioumkenin (Emmidir) dans les mêmes Schistes argileux m'a fourni en un de ses points quelques *Monograptus*, dans d'autres points de nombreux *Diplograptidés* ainsi que des *Retiolitidés* en abondance. L'étude sommaire de ces Graptolithes me permet de placer ce gisement dans le Llandovery moyen, supérieur, et la base du Tarannon, dans les zones *à Monograptus convolutus* His., *Sedgwicki* Portl., *turriculatus* Barr. [1] et dans leurs environs inférieurs et supérieurs.

Les gisements à *Climacograptus* du Tindesset (Tassili de l'Ajjer) et à *Diplograptus* (*Petalograptus*) *palmeus* Barr. d'El Khenig (Tidikelt méridional) appartiennent, semble-t-il, à des horizons voisins et à la même formation.

4° Par l'intermédiaire d'un complexe plus ou moins important de schistes divers et de grès, non fossilifères, les Schistes argileux passent au complexe des « Grès à colonnettes et à RippleMarks », grès en général assez finement stratifiés, lités, que l'on peut considérer comme ordoviciens.

Dans la région d'In Tmanahen, entre Amegid et le Tehihaout, ainsi que dans d'autres régions, j'ai trouvé en abondance dans ces formations des *Tigillites*, voisines de *Tigillites linearis* Hall.

5° L'ensemble massif et puissant des « Grès inférieurs » qui succède à

---

(1) Zones 20, 21, 22 de Miss Elles et de Mrs Wood-Shakespear.

ces formations, dans lequel la présence de *Tigillites*, et de corps tubulaires analogues, est également à signaler, pourrait être l'équivalent des Grès armoricains (Arenig), mais il n'y a pas d'impossibilité absolue à ce qu'il arrive à représenter aussi par sa partie inférieure le Trémadoc et les Grès de Potsdam (Cambrien sup.).

6° Enfin viennent les Conglomérats de base de la série tassilienne.

De l'étude de mes documents, de celle du pays, je crois donc pouvoir conclure que le Silurien au Sahara n'est pas limité au seul groupe gothlandien, mais que l'Ordovicien est également présent dans l'Enceinte tassilienne ([1]).

Il est possible que l'Ordovicien soit assez généralement répandu ([2]) sur le Bouclier saharien des Schistes cristallins anté-cambriens, vers la base de la couverture paléozoïque qui recouvre souvent ce bouclier en discordance de transgression; et cette conclusion porte peut-être jusque fort loin du Massif Central Saharien, étant donné le caractère très vaste que peuvent revêtir les choses sur l'immense masse qu'est, en Afrique Centrale et Occidentale, ce que j'ai appelé le Bouclier ou Faîte saharien.

VULCANOLOGIE. — *Sur l'analyse spectrale des flammes du volcan de Santorin* (*éruption de* 1925). Note de MM. **G. Georgalas** et **N. Liatsikas**, présentée par M. H. Douvillé.

Nous avons insisté ([3]) sur la présence des flammes pendant les explosions du volcan de Santorin, flammes sortant des trous et fissures du petit dôme central, qui surmonte les épanchements de la lave nouvelle.

Ces flammes sont de deux sortes différentes : les unes (les plus abondantes) d'une couleur orange rouge, ondulantes, atteignent quelquefois, pendant les explosions fortes, la hauteur de 20 à 25^{m}; les autres d'une couleur vert jaune ou vert bleu ou bleu, ont une forme de lance; elles sont peu développées et atteignent seulement au plus la hauteur de 1^{m}.

([1]) Ainsi est confirmé le pronostic de M. Haug soupçonnant l'existence de l'Ordovicien en Afrique à propos de l'Emmidir (ou Mouydir) (E. F. Gauthier) et à propos des Schistes du Tindesset (Foureau-Lamy).

([2]) C'est peut-être à l'Ordovicien qu'il faudrait rattacher des Grès à *Cruziana* du nord-ouest de Bilma, les grès à *Harlania* du nord-ouest de Bilma, ceux de l'Ennedi, etc.

([3]) *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 425-427.

Comme la fréquence des projections de pierres incandescentes rendait impossible l'étude de la nature des gaz combustibles, émanés du petit dôme central du volcan, nous avons employé dans ce but l'analyse spectrale, seule méthode capable de fournir des renseignements précis.

La première étude a été exécutée (avec un spectrographe de Hilger) pendant les nuits du 24 au 25 septembre et du 26 au 27 du même mois, à une distance de 480^m environ du dôme du volcan, du côté sud de celui-ci. Nous avons constaté la présence dans le spectre continu, provenant des pierres incandescentes, de raies appartenant à l'hydrogène (raie bleue $\lambda = 486,1$) et au sodium (raie D); quelques autres raies et bandes dans la partie bleue du spectre, trop faibles, n'avaient pu être déterminées par nous.

Pendant les deux analyses spectrales que M. le professeur Chondros a exécutées avec l'un de nous (M. Georgalas) et du même point, pendant les nuits du 17 au 18 et du 19 au 20 octobre 1925, la présence dans les flammes du sodium, de l'hydrogène, et probablement celle du chlore, a été constatée.

Après le départ de M. le professeur Chondros, nous avons répété l'analyse spectrale pendant la nuit du 25 au 26 octobre, mais cette fois du cône de Georgios, c'est-à-dire d'une distance de 270^m environ. Pendant cette nuit, les flammes ont atteint une grande hauteur (15^m à 20^m) et, à l'aide d'une lentille mise devant la fente du spectroscope, nous avions le maximum de concentration des rayons.

Les raies observées pendant cette nuit étaient les suivantes :

Hydrogène...	raie bleue ($\lambda = 486,1$)
Sodium......	raie D
Chlore.......	raies bleues ($\lambda = 481$; 479,4; 489,7; 490,3)
Azote........	bandes bleues

et, selon toute probabilité, raies du fer (?) et de l'oxygène.

De ce qui précède, nous déduisons la présence dans les mélanges gazeux qui sortent du dôme central du volcan, de l'hydrogène, de vapeurs de chlorure de sodium, de l'azote et de l'oxygène et probablement de chlorure de fer (?).

Nous devons ajouter ici : *a.* qu'une fumerolle située sur le dos de la langue NW de la lave nouvelle dès le 14 octobre et à une distance du petit dôme central de 600^m environ, avait une température de 150-220° C.; elle était riche en vapeurs d'eau et elle exhalait de l'acide chlorhydrique, de l'acide

carbonique et de l'acide sulfureux (ce dernier en faible quantité); *b.* que pendant quelques-unes de nos ascensions au sommet de Giorgios, où nous nous sommes trouvés dans les nuées du volcan, l'odeur de SO^2 était manifeste et quelquefois cet acide était en si grande quantité que nous avons été obligés de fuir en hâte pour sortir du nuage et respirer de l'air frais.

BOTANIQUE. — *Sur le cycle évolutif chez une espèce de Myxomycète Endosporée,* Didymium difforme (*Duby*). Note de M. **F.-X. Skupiénski**, présentée par M. J. Costantin.

Didymium difforme (Duby) est un Myxomycète de la famille des Didymiacées, qui se développe sur des végétaux en voie de décomposition et surtout sur le foin. En partant d'un seul sporange, provenant du milieu naturel, on peut obtenir jusqu'à douze générations par an.

Pour avoir le matériel nécessaire à mes recherches, je cultive le *Didymium difforme* sur une décoction de foin ou de carotte rouge à 20 pour 1000, additionnée de 20g de gélose par litre. Je le cultive également sur des brins de paille ainsi que sur des morceaux de carotte rouge, dans des tubes à essai. Ces milieux sont maintenus à la température de la chambre comprise entre 13° et 16° en hiver et entre 16° et 25° en été.

Les sporanges sont sessiles et paraissent le plus souvent sous forme de plasmadiocarpes. Les spores sont toujours accompagnées par les bactéries qui se multiplient rapidement et servent de nourriture aux zoospores, myxamibes et plasmodes.

Pour l'étude sur le vivant aussi bien que pour les recherches d'ordre cytologique, j'emploie toujours le dispositif des lamelles appuyées sur des lames au moyen de quatre boules de cire stérilisée : cela permet une aération constante de la culture, nécessaire au développement complet. Pour ce genre de microcultures, j'emploie comme milieu une décoction de carotte rouge à 10 pour 100 stérilisée, en vue d'empêcher le développement trop rapide des bactéries gênantes pour l'observation.

Les spores germent de 2 à 10 heures après l'ensemencement et donnent chacune une masse plasmatique presque sphérique, immobile et munie d'un seul noyau. Au bout de 2 à 3 heures, ces masses sphériques se transforment

en zoospores, munies d'un fort cil vibratile. Après un certain temps les zoospores se divisent chacune en deux parties. J'ai constaté, sur un grand nombre de cultures, que cette première division, considérée par certains auteurs (Jahn, Lister) comme réductrice, peut se passer avant la germination de la spore. De cette façon, au moment de la germination, de l'enveloppe sporale sortent deux masses plasmatiques munies chacune d'un seul noyau et dont chacune deviendra ensuite une zoospore.

Cette première division de chaque zoospore est suivie d'une seconde division des zoospores filles. Le nombre de ces divisions successives est variable de quatre à cinq.

A un moment donné, chaque zoospore perd son cil vibratile, s'arrondit, s'entoure d'une fine membrane et devient ainsi un kyste. Ce phénomène d'enkystement durant environ 12 heures est un fait constant dans le *Didymium difforme* et n'est pas provoqué par des facteurs physico-chimiques. Ce phénomène n'a jamais été observé par moi au cours du développement des autres Myxomycètes. S'il y a des cas d'enkystement, ce dernier est provoqué par les facteurs externes.

Au bout de quelques heures de chaque kyste sort une myxamibe qui, en se dirigeant vers la périphérie de la préparation, continue à se diviser, ce qui assure la multiplication de l'espèce. Finalement toutes les myxamibes arrivent au bord de la lamelle et, entremêlées de bactéries, forment une traînée compacte.

A un moment donné, on peut très bien voir les myxamibes se grouper par paire et les deux myxamibes d'une même paire devenues gamètes se fusionnent entre elles.

Le *Didymium difforme* possède des myxamibes de deux sortes (+) et (—), provenant des zoospores (+) et (—) par une série de divisions multiplicatrices.

Une myxamibe (+) et une myxamibe (—) en s'unissant fusionnent leurs protoplasmes et leurs noyaux : il se fait ainsi un *œuf* ou *zygote*.

Le zygote présente des caractères morphologiques très différents de ceux des myxamibes. Il est tout d'abord plus volumineux, il est plus vacuolisé, et les courants rythmiques du protoplasme, qui n'existent pas chez les myxamibes, sont ici très visibles.

A un moment donné le zygote s'arrête, s'arrondit, sécrète une fine membrane et devient ainsi un kyste. Ce phénomène se produit régulièrement chez cette espèce et n'est pas provoqué par les facteurs physico-chimiques. Tous les zygotes passent par le stade d'enkystement.

Après un certain temps de repos, le zygote quitte sa membrane et évolue en un plasmode plurinucléé et ramifié.

Les myxamibes qui n'ont pas joué un rôle sexuel sont destinées à disparaître, englobées et digérées par les plasmodes de formation sexuelle.

Cultures monospermes. — J'ai entrepris des cultures à partir d'une seule spore.

Ces cultures monospermes m'ont permis d'éclairer complètement le problème de la sexualité chez le *Didymium difforme*. Les tubes à essai contenant de l'agar à l'infusion de carotte rouge, ont reçu chacun une seule spore, transportée avec toutes précautions à l'aide d'une fine pipette, et placés à une température stable de 15°C. A côté de ces cultures monospermes ont été placées de nombreuses cultures polyspermes.

Au bout de quelques jours, dans tous les tubes contenant plusieurs spores ont apparu de beaux plasmodes, tandis que les tubes contenant chacun une seule spore n'en présentaient aucune trace. Un rapide examen microscopique m'a pourtant permis de constater que, dans l'eau de condensation de ces derniers, il y avait de nombreuses zoospores et myxamibes.

J'en ai conclu que ces éléments sont unisexués. Une simple opération confirma ma supposition. En introduisant dans un nouveau tube contenant de l'agar à infusion de carotte, à l'aide d'une fine pipette, des myxamibes et des zoospores provenant de deux cultures monospermes différentes, j'ai obtenu des plasmodes qui ont fructifié.

Cette seule expérience nous démontre que les spores de *Didymium difforme* sont unisexuées et que l'œuf (ou zygote) y résulte de la fusion de deux myxamibes-gamètes de signes différents (+) et (—), provenant chacune de deux spores sexuellement différentes (+) et (—).

Didymium difforme est donc une espèce hétérothallique, puisqu'il faut deux sortes de spores pour obtenir les deux sortes de myxamibes-gamètes et la fructification.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la température sur l'intensité de la respiration des plantes submergées.* Note de M. **A. Hée**, présentée par M. Guignard.

Les différents auteurs (Rischavi, Bonnier et Mangin, Clausen, Matthaei, etc.) qui se sont préoccupés d'étudier l'influence de la température sur la respiration de fragments de végétaux ou de plantes totales, ont tou-

jours opéré en milieu aérien. L'emploi de la méthode colorimétrique pour évaluer le CO^2 dégagé nous a permis de faire semblable recherche sur les végétaux submergés. La technique est sensiblement celle utilisée précédemment pour étudier l'influence de la teneur en oxygène de l'eau sur la respiration des plantes submergées ([1]). L'intensité respiratoire est évaluée par les variations d'acidité de l'eau.

Nos recherches ont porté sur deux phanérogames : *Elodea canadensis* et *Myriophyllum spicatum* et sur une algue verte filamenteuse appartenant au genre *Cladophora*. Les mesures ont été faites aux mêmes heures, à raison d'une par jour, à l'obscurité et pendant trois heures. Avant expérience, les plantes étaient portées lentement et progressivement à la température à laquelle devait être faite la mesure et laissées à cette température pendant un temps minimum d'une heure. Les mesures, faites dans un ordre quelconque au point de vue de la température, ont été échelonnées de 10 à 40°; cette dernière température n'a pas été dépassée pour éviter une altération possible des plantes. L'eau employée présentait toujours, au début de l'expérience, un pH voisin de 7,7. Un témoin était toujours utilisé.

Les résultats expérimentaux sont réunis dans les Tableaux suivants :

Série I.

Températures	10°.	16°.	20°.	24°.	26°.	30°.	37°,5.	39°,5.
	Variations du pH.							
Elodea canadensis I...	0,08	0,16	0,19	0,24	0,25	0,31	0,35	0,37
Elodea canadensis II...	0,09	0,14	0,18	0,24	0,24	0,32	0,35	0,37
Myriophyllum spicatum I...	0,09	0,16	0,18	0,23	0,24	0,31	0,34	0,36
Myriophyllum spicatum II...	0,07	0,14	0,16	0,22	0,23	0,29	0,33	0,35

Série II.

Températures	12°,5.	18°.	24°.	30°.	33°.	36°.	38°,5.	40°.
	Variations du pH.							
Myriophyllum spicatum III...	0,06	0,10	0,12	0,19	0,20	0,20	0,24	»
Myriophyllum spicatum IV...	0,07	0,10	0,14	0,21	0,21	0,22	0,27	»
Cladophora sp. I...	0,06	0,08	0,11	0,18	0,19	0,21	0,26	0,29
Cladophora sp. II...	0,05	0,07	0,10	0,16	»	0,20	0,22	0,24

L'examen des chiffres ci-dessus met en évidence les deux faits suivants qui corroborent ceux établis par les auteurs précédents sur les végétaux

([1]) A. Hée et R. Bonnet, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 457.

aériens : 1° la respiration des plantes submergées augmente constamment avec l'accroissement de la température du milieu ambiant; 2° il ne paraît pas y avoir de valeur optimale.

En outre il est facile de voir que l'accroissement de la respiration en fonction de la température n'obéit pas à la *règle* de Van't Hoff encore admise par de nombreux biologistes. En effet, si nous établissons, par exemple, les coefficients thermiques Q_{10} à l'aide des chiffres expérimentaux de la série I correspondant aux températures de 10°, 20°, 30°, 39°,5, nous voyons que le Q_{10} prend les valeurs suivantes :

Pour *Elodea*	I.........	2,37	1,63	1,25
» »	II.........	2,00	1,77	1,16
» *Myriophyllum*	I.........	2,00	1,72	1,17
» »	II.........	2,28	1,81	1,21

alors que, si la règle de Van't Hoff était respectée, le Q_{10} devrait être compris entre 2 et 3. Ceci confirme les observations judicieuses de Matisse [1].

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les variations quantitatives des substances hydrocarbonées, dans les feuilles des plantes vertes au cours d'une journée.* Note de M. **P.-P. Stanescu**, présentée par M. M. Molliard.

Dans une Note précédente [2] j'ai montré comment l'amidon varie quantitativement pendant un jour dans les feuilles des plantes vertes.

J'ai cherché ensuite à examiner cette question d'une manière plus précise et, cette fois, non pas seulement pour l'amidon.

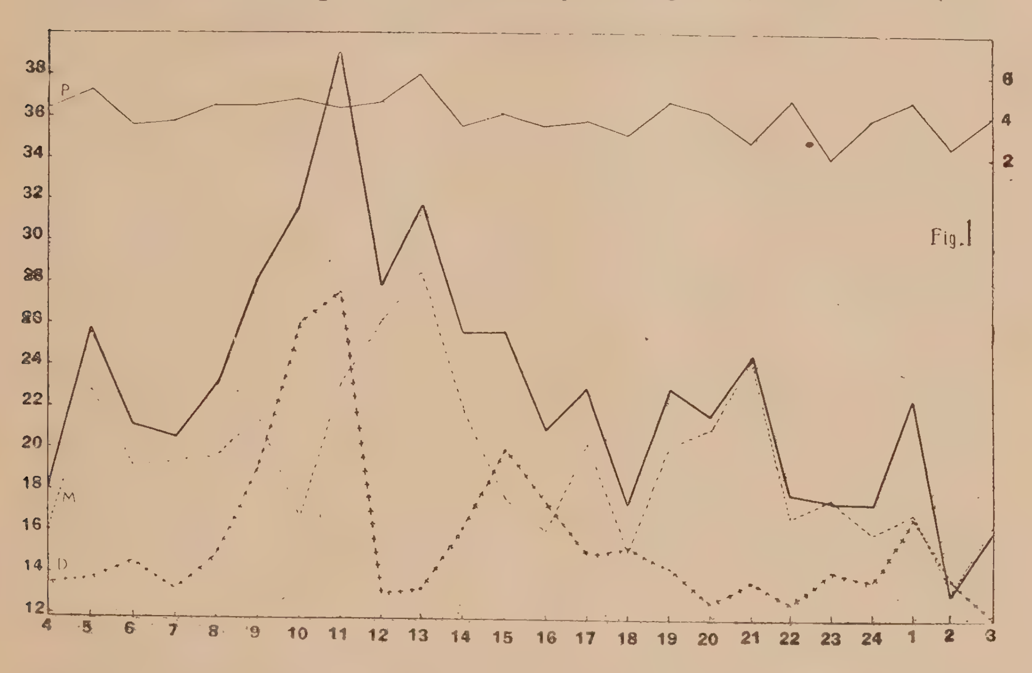
Méthode. — A des intervalles de temps déterminés (le plus souvent d'heure en heure) j'ai récolté un certain nombre de feuilles, de préférence toujours le même, du même endroit ou, autant que possible, du même individu. Les feuilles étaient débitées en petits morceaux et desséchées le plus vite possible; elles étaient enfin réduites en poudre et celle-ci servait à la préparation des extraits aqueux nécessaires aux dosages chimiques. J'ai dosé les substances directement réductrices (prédominantes : les monosaccharides), les substances qui réduisent après hydrolyse par l'acide chlorhydrique étendu de l'extrait initial (prédominantes : les disaccharides) et les

(1) *Action de la chaleur et du froid sur l'activité motrice des êtres vivants* (*Thèse*, Paris, 1919).

(2) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 117.

substances qui réduisent après hydrolyse de la poudre en autoclave à 140° et ébullition avec de l'acide chlorhydrique plus concentré (prédominantes : les polysaccharides, notamment l'amidon).

Résultats. — 1° Les plantes examinées [*Acer Negundo*, *Urtica dioïca* (deux



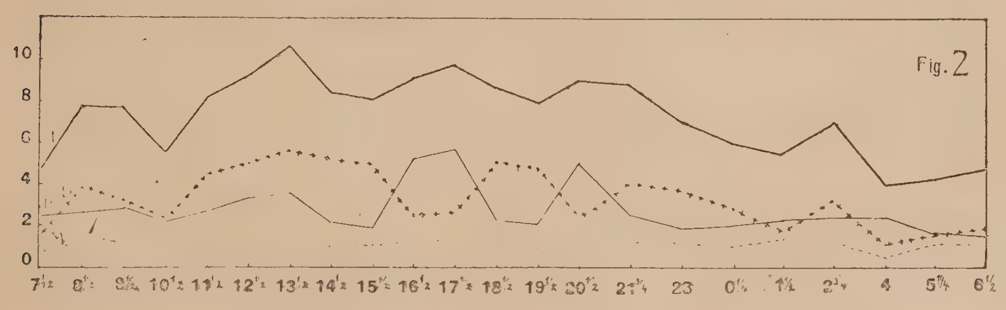


Fig. 1. — *Polyanthes tuberosa*. — Fig. 2. — *Medicago sativa*.

M, monosaccharides; D, disaccharides; P, polysaccharides; T, courbe totale des hydrates de carbone (dans la figure 1, T, qui devait être au commencement de la courbe, manque). En abscisses : les heures; en ordonnées : les quantités calculées pour 100 du poids sec (pour P, fig. 1, lire les quantités à droite).

fois), *Carpinus Betulus*, *Medicago sativa* (deux fois), *Rhus typhina* (deux fois), *Polyanthes tuberosa*] peuvent être rangées en trois catégories : *a. saccharophiles* (*Polyanthes tuberosa*), caractérisées (*fig.* 1) par une forte variabilité des courbes des hydrates de carbone solubles et une variabilité insignifiante,

par rapport aux précédentes, de la courbe des polysaccharides; *b. amylophiles typhiques* (*Medicago sativa*) caractérisées (*fig.* 2) par une forte variabilité de la courbe des polysaccharides et une variabilité insignifiante de celle des monosaccharides; *c. amylophiles* (les autres), chez lesquelles ces différences ne sont pas aussi prononcées, ou même n'existent pas : toutes les courbes varient presque également.

2° Les disaccharides varient, en général, plus qu'un autre hydrocarboné.

3° Selon les plantes considérées, chacune des trois catégories d'hydrates de carbone peut prédominer quantitativement.

4° La courbe totale des hydrates de carbone descend vite et plus ou moins définitivement vers le soir (à partir de 16^h-18^h), mais elle peut commencer à descendre même bien avant le matin, même par des jours clairs et chauds.

5° La courbe des monosaccharides peut s'élever beaucoup et d'une manière soutenue pendant la nuit (résultat de l'hydrolyse des autres hydrates de carbone, dont les courbes ne s'élèvent la nuit que beaucoup plus rarement et beaucoup moins).

6° En général, la courbe totale ressemble le plus à la courbe de l'hydrate de carbone qui se trouve en plus grande quantité dans la feuille, ou qui varie le plus.

7° Les courbes des divers hydrates de carbone peuvent aller plus ou moins parallèlement, ou bien elles peuvent être opposées les unes aux autres; en ce cas, il paraît y avoir une compensation entre ces divers produits de la photosynthèse, ce qu'on voit avec une netteté particulière pendant la journée et surtout en été.

8° Le maximum total le plus important des hydrates de carbone se produit en été.

9° L'heure de son apparition, ainsi que de celui de chaque catégorie d'hydrocarbonés, est très variable; en général les maximums sont atteints plutôt en été. Ordinairement, ils surviennent bien avant le soir et quelquefois même le matin.

10° Le minimum total survient pendant les dernières heures de la nuit ou les premières du matin.

Conclusion. — De ces résultats ressort avec évidence le caractère de phénomène rythmique de la photosynthèse. Ce caractère est particulièrement net pendant la journée et surtout en été.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Application de la méthode biochimique de recherche des glucosides hydrolysables par la rhamnodiastase à l'étude des racines fraîches du* Polygonum cuspidatum *Sieb.* et *Zucc. Obtention d'un glucoside nouveau, le polydatoside.* Note de MM. **M. Bridel** et **C. Béguin**, présentée par M. L. Guignard.

Perkin a extrait, en 1895, de l'écorce sèche de racine de *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc., un glucoside donnant par hydrolyse acide de l'émodine et un sucre indéterminé. Il a appelé ce glucoside cuspidatine (1) et polygonine(2).

Nous avons appliqué à l'écorce fraîche la méthode biochimique à la rhamnodiastase, telle qu'elle a été décrite récemment par MM. Bridel et Charaux (3). Dans un liquide dont 100^{cm^3} correspondaient à 100^g d'écorce fraîche, l'invertine a provoqué un changement de déviation vers la gauche de 1°20, avec formation de $0^g,830$ de sucre réducteur pour 100^{cm^3}. Ces chiffres correspondent à l'hydrolyse du saccharose dont l'écorce fraîche renfermerait $0^g,788$ pour 100^g. Sous l'action de la rhamnodiastase, il s'est fait un changement de déviation vers la droite de 13′ et le sucre réducteur a augmenté de $0^g,086$, soit un indice de 397.

Nous avons réussi à extraire le glucoside dont la méthode à la rhamnodiastase avait indiqué la présence.

L'écorce fraîche a été projetée dans l'alcool bouillant. La solution alcoolique a été évaporée à sec, sous pression réduite. Le résidu a été repris par de l'eau distillée tiède et la solution filtrée de façon à obtenir 1000^{cm^3} de solution pour 1000^g d'écorce. Au repos, il s'est fait des cristaux colorés en jaune que l'on a recueillis : ils constituent le glucoside brut; on l'a purifié par cristallisation dans un mélange d'acétone et d'éther et, finalement, par une nouvelle cristallisation dans l'eau.

Le glucoside ainsi obtenu peut être considéré comme pur. Nous proposons de l'appeler *polydatoside*. Il se présente sous la forme d'une poudre, blanc crème, constituée par de très petites lamelles incolores. Il fond à + 153°-154°, au bloc Maquenne. Il renferme 11,38 pour 100 d'eau qu'il perd facilement à + 100°. En solution alcoolique, son pouvoir rotatoire est

$$\alpha_D = -57°,91 \quad (p = 0,2187;\ v = 10;\ l = 2;\ \alpha = -2°32'),$$

soit $\alpha_D = -65°,35$ pour le produit anhydre.

(1) *Chem. News*, **72**, 1895, p. 278.
(2) *Journ. Chem. Soc.*, **67**, 1895, p. 1084.
(3) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 1167.

Il est, pour ainsi dire, insoluble dans l'eau, à la température ordinaire. Il n'est pas réducteur.

Hydrolysé par l'acide sulfurique à 5 pour 100, à l'ébullition, il fournit un produit insoluble dans l'eau et une liqueur jaune renfermant un principe soluble dans l'éther et un sucre réducteur dextrogyre, représentant 50,25 pour 100 du polydatoside anhydre. Le sucre réducteur a été obtenu à l'état pur et cristallisé et caractérisé comme glucose par son pouvoir rotatoire et sa forme cristalline.

Le dosage du glucose effectué en solution méthylique sur le sucre d'hydrolyse sulfurique par la méthode de Bourquelot et Bridel, a montré que le sucre est uniquement constitué par du glucose.

Le polydatoside est hydrolysé par la rhamnodiastase. Il se forme un produit blanchâtre, cristallisé, insoluble dans le liquide d'hydrolyse qui devient réducteur. Exprimé en glucose, le sucre réducteur représente 42,24 pour 100 du polydatoside anhydre.

Le produit d'hydrolyse insoluble dans l'eau, que nous proposons d'appeler *polydatogénol*, cristallise dans l'éther en lamelles incolores. Il possède une teinte blanc crème. Si l'on traite sa solution éthérée par de l'eau ammoniacale, la couche aqueuse prend immédiatement une teinte jaune virant au rouge en quelques heures.

Le polydatogénol se sublime sans fondre entre +245° et +250°, en laissant un résidu charbonneux.

ENTOMOLOGIE. — *Orthogénèse des muscles vibrateurs longitudinaux du vol chez les Diptères*. Note de M. L. **Mercier**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Nous avons montré, Cuénot et moi (1), qu'il existe deux types d'architecture des muscles vibrateurs longitudinaux du vol chez les Diptères : le type *muscidé* et le type *empidé*.

Dans le type muscidé chacun des muscles, vu en coupe transversale, est formé d'une seule série de fibres superposées en file verticale. Ce dispositif est le plus fréquent ; j'ai constaté son existence chez : *Calliphora erythrocephala* Meig., *Fucellia maritima* Hal., *Cœlopa frigida* Fall., *Barborus*

(1) Cuénot et L. Mercier, *La perte de la faculté du vol chez les Diptères parasites* (*Comptes rendus*, 175, 1922, p. 433).

equinus Fall., *Limosina pusilla* Meig., *Sphærocera subsultans* Fbr., *Nemopoda cylindrica*, Fbr., *Hecamede albicans* Meig., *Drosophila melanogaster* Meig., *Geomyza sabulosa* Hal., *Clunio marinus* ♂ Hal. et enfin chez certains Pupipares (*Hippobosca equina* L. et *Lipoptena cervi* L. ailé). Chez la plupart de ces espèces, le nombre des fibres qui entrent dans la constitution de chacun des muscles vibrateurs est généralement de six (au total 12 fibres). Cependant, j'ai constaté, chez un certain nombre des espèces citées, une légère variation portant sur une ou deux unités en plus ou en moins.

Le type empidé est moins fréquent que le précédent; jusqu'à présent, je ne l'ai observé que chez des *Empidæ*, des *Asilidæ* et chez un Pupipare (*Lynchia maura* Big.). Dans ce type, chaque muscle est formé de deux ou plusieurs séries de fibres disposées côte à côte. Aussi, généralement, le nombre des fibres est plus considérable que dans le type muscidé et j'ai compté, au total, 160 fibres chez *Asilus trigonus* Meig. et 57 chez *Chersodromia hirta* Walk.

Ces deux types d'architecture des vibrateurs longitudinaux correspondent-ils à deux plans d'organisation différents et bien déterminés? Ou bien, sont-ils réductibles l'un à l'autre?

En un mot, est-il possible de concevoir une orthogénèse de ces muscles? L'étude des vibrateurs longitudinaux chez diverses espèces du genre *Chersodromia* (*Empidæ*) permet, je crois, de répondre à cette question.

Il existe, sur la côte du Calvados, trois espèces relativement communes du genre *Chersodromia* : *Ch. hirta* Walk., *Ch. difficilis* Lundb. et *Ch. incana* Walk. Toutes trois présentent sensiblement le même comportement et possèdent des ailes en apparence propres au vol.

Or, des coupes sériées du thorax pratiquées chez ces trois espèces montrent que le nombre total des fibres des vibrateurs longitudinaux est de : 57 à 29 chez *Ch. hirta*, 36 à 21 chez *Ch. difficilis*, 22 à 15 chez *Ch. incana*.

Ces observations permettent d'établir :

1° Que la variation dans le nombre des fibres des vibrateurs longitudinaux est la règle dans le genre *Chersodromia*. Elle est une caractéristique du patrimoine héréditaire du genre et j'ai eu raison d'émettre antérieurement des réserves ([1]) en ce qui concerne l'action possible de certains facteurs du milieu extérieur comme cause déterminante de cette variation chez *Ch. hirta*.

([1]) L. Mercier, *Variation dans le nombre des fibres des muscles vibrateurs longitudinaux chez* Ch. hirta *Walk. Perte de la faculté du vol* (*Comptes rendus*, 171, 1920, p. 933).

2° Que l'on peut établir une orthogénèse régressive du nombre des fibres suivant l'ordre : *hirta, difficilis, incana.*

D'autre part, le nombre minimum de fibres (15 fibres) que l'on peut observer chez *Ch. incana* est bien près du nombre 12 qui caractérise le type muscidé; d'autant plus que ce dernier nombre n'est pas absolu. En effet, nous avons eu l'occasion, Cuénot et moi ([1]), d'étudier des individus de *Drosophila melanogaster* présentant 13, 14, 15 et 16 fibres. Mais en plus de cette question du nombre des fibres, il faut encore noter une modification importante dans le rangement de celles-ci. En effet, alors que certains exemplaires de *Ch. incana* possèdent, comme c'est la règle chez *Ch. hirta* et *Ch. difficilis*, la disposition sériée caractéristique du type empidé, d'autres exemplaires présentent une tendance très nette vers le type muscidé. Les deux types d'architecture des vibrateurs longitudinaux existant chez une même espèce, *Ch. incana*, on doit donc admettre qu'ils sont réductibles l'un à l'autre.

Dès lors l'orthogénèse des vibrateurs longitudinaux des Diptères peut être conçue de la façon suivante :

Les Diptères proviennent d'une souche ancestrale qui possédait des vibrateurs longitudinaux formés de nombreuses fibres disposées côte à côte (comme les Hémiptères et les Hyménoptères pour ne citer que des Insectes pourvus d'ailes à battements vibratoires). Ce type ancestral d'architecture s'est conservé chez un petit nombre de Diptères actuels (type empidé) alors que chez la plupart s'est réalisé le type muscidé qui comporte une réduction du nombre des fibres et leur disposition unisériée dans chacun des muscles.

MORPHOLOGIE GÉNÉRALE. — *De l'importance des caractères structuraux dans l'interprétation de certains fossiles rangés dans les Reptiles.* Note de M. **Jean Piveteau**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

A chaque classe de Vertébrés correspond, quand on considère les formes actuelles, un type structural bien défini. Leur architecture est en effet sous

---

([1]) L. Cuénot et L. Mercier, *Les muscles du vol chez les mutants alaires des Drosophiles*, Drosophila melanogaster *Meig* (*Comptes rendus*, 176, 1923, p. 112).

la dépendance de la position des ceintures relativement au cœlome, position qui détermine les rapports réciproques des grands appareils. Nous bornant au cas des Vertébrés quadrupèdes, nous voyons que (¹) :

1° Les Amphibiens sont caractérisés par la situation de la ceinture scapulaire, placée immédiatement en arrière du crâne (absence de cou), et par celle du plancher pelvien, au-dessous duquel s'étend le cœlome.

2° Les Reptiles comprennent les formes ayant une ceinture scapulaire qui entre dans la composition du thorax (présence d'un cou) et qui le ferme ventralement, tandis que la ceinture pelvienne occupe la même position que chez les Amphibiens et a les mêmes rapports avec le cœlome.

3° Les Mammifères (²) Euthériens et Métathériens ont une ceinture pectorale indépendante de la cage thoracique et qui ne prend pas part à sa fermeture ventrale. Une telle disposition, en rapport avec le perfectionnement de l'appareil respiratoire, présente une importance physiologique capitale. Enfin la ceinture pelvienne est refoulée très en arrière, en dehors du cœlome. Ostéologiquement, ce dernier caractère se traduit par l'attache préacétabulaire de l'ilium au sacrum.

La classe des Reptiles, telle qu'on la conçoit en tenant compte des genres vivants et fossiles, n'offre, en aucune façon, les caractéristiques d'un groupe naturel. En se basant sur les caractères structuraux, autrement dit sur les caractères qui traduisent les rapports réciproques des organes (les caractères morphologiques, qui en reflètent le dessin, parleraient dans le même sens, mais, étant moins importants, leur témoignage est moins décisif), on est conduit à un groupement nouveau des formes qui composent actuellement cette classe.

L'importance de ces caractères structuraux dans l'étude des types fossiles a été pleinement mise en lumière par G. A. Boulenger (³), qui a déjà proposé, en s'appuyant sur la position du plancher pelvien, une division des Reptiles en deux groupes. Considérons quelques-unes des formes qui

---

(¹) L. Vialleton, *Rapports ontogéniques des ceintures pelvienne et thoracique chez les Vertébrés tétrapodes* (*Comptes rendus*, 165, 1917, p. 190).

(²) Je laisse de côté les Oiseaux, dont l'étude allongerait par trop cette note et ne contribuerait en rien à la solution du problème que nous allons examiner plus loin. Ils présentent d'ailleurs, comme Huxley l'a montré depuis longtemps, la même architecture que les Reptiles.

(³) G.-A. Boulenger, *Considérations sur les reptiles permo-triasiques de l'ordre des Cotylosauriens* (*Comptes rendus*, 165, 1917, p. 456).

constituent l'un de ces groupes, pour lequel Boulenger propose de reprendre le nom de *Theromora*.

L'examen du genre *Seymouria*, placé dans l'ordre des Cotylosauriens, et que l'on considère comme un Reptile primitif établissant la transition entre les Amphibiens Embolomères et les Reptiles, nous montre un type à ceinture pectorale située immédiatement en arrière de la tête, et qui, par suite, ne présente pas de cou. Cette absence de la courbure nuchale et les conséquences structurales qu'elle entraîne (mode d'insertion des carotides sur les crosses aortiques, cloisonnement particulier du cœlome, position des appareils respiratoire et hépatique), par comparaison avec les Amphibiens actuels, ne permettent plus de considérer *Seymouria* comme un Reptile, et nous obligent au contraire à le placer dans les Amphibiens. L'examen des caractères morphologiques du crâne et de l'ensemble du squelette nous conduit à le rapporter aux Embolomères, dont il constitue un genre très spécialisé.

Si nous considérons maintenant les *Paréiasauriens* et les *Thérapsidiens*, en nous bornant à l'examen des genres dont on connaît le squelette complet (*Pareiasaurus*, *Cynognathus*, etc.), nous voyons une architecture toute différente de celle que nous présentent les autres Reptiles fossiles ou actuels.

La ceinture pectorale, au point de vue morphologique, ressemble beaucoup (chez *Cynognathus* tout au moins) à celle des Monotrèmes. Mais alors que chez ces derniers elle se trouve projetée en avant, sous la région cervicale, elle semble bien encore, dans les types paléozoïques, entrer dans la composition du thorax. La ceinture pelvienne est constituée par un ilium dont l'attache avec le sacrum est située en avant de l'acétabulum, ce qui a pour résultat de rejeter très en arrière le plancher pelvien, dans une situation analogue à celle qu'il présente chez les Mammifères. On sait qu'une pareille disposition est liée, dans ces derniers, à des rapports spéciaux avec le sinus uro-génital, rapports qui peuvent nous donner une idée de ceux qui existaient chez *Pareiasaurus*, *Cynognathus* et les genres voisins.

Cette architecture nous conduit à retirer des Reptiles les formes qui la présentent (*Paréiasauriens* et *Thérapsidiens*) et à les ériger en un groupe qui, par comparaison avec ce que nous présentent les formes vivantes, pourrait être considéré comme une classe. A ce groupe on peut donner le nom de *Theromorpha*, créé par Cope, et qui a la priorité sur le terme *Theromora* du même auteur.

La position de la ceinture pectorale de ces *Théromorphes* ne peut donc dériver de celle présentée par *Seymouria*, comme on l'a prétendu parfois.

D'autre part, la ceinture pelvienne de *Seymouria* est placée sous la cavité abdominale, alors qu'elle devrait être en arrière du cælome s'il y avait une relation génétique entre les deux groupes. Le groupe des Théromorphes se trouve ainsi nettement délimité par rapport aux Amphibiens; il l'est d'une façon non moins précise vis-à-vis des Reptiles proprement dits; enfin les rapports particuliers de la ceinture pectorale avec le thorax (influence sur le mode de respiration) distinguent des Mammifères les formes qui le composent.

ZOOLOGIE. — *Contractilité de l'appareil excréteur chez les larves du* Rhabditis pellio (*Schn*). Note de M. **Maurice Aubertot**, présentée par M. L. Joubin.

La contractibilité de l'appareil excréteur chez les Nématodes a été mise en question par quelques auteurs.

Bastian ([1]) n'a pas réussi, chez l'*Ascaris marginata*, à définir la structure exacte des canaux latéraux; il ne fait cependant aucun doute pour lui que « it is a kind of muscular tissue, capable of contracting and dilating ». En 1876, Leuckart ([2]), s'appuyant de considérations histologiques, émet l'opinion contraire : « Auch die histologische Beschaffenheit spricht kaum für die Annahme einer eignen Contractilität indem die Wandungen der Excretionskanäle nirgend eine faserige Textur erkennen lassen ». Si, chez le *Dochmius*, le contenu des tubes excréteurs est expulsé sous forme de gouttelettes, à intervalles réguliers, ce n'est pas à la suite de l'activité des parois vasculaires; la contraction serait plus vraisemblablement « die Folge als die Ursache der Entleerung ». Golowin ([3]) se borne à mentionner ces deux auteurs sans donner son avis personnel. Plus récemment Maupas ([4]), examinant le *Rhabditis lucianii* immobilisé par compression, peut constater que la branche postérieure des canaux latéraux, qui tranche nettement sur le fond clair de l'ovaire, est animée de mouvements rythmiques de contraction et de dilatation; pendant la contraction le canal disparaît complètement. Pour lui, c'est un phénomène propre à ces canaux, dans le but de faire circuler le liquide de leur cavité.

En étudiant à un fort grossissement (8B × + 1/12 imm. Leitz) certaines

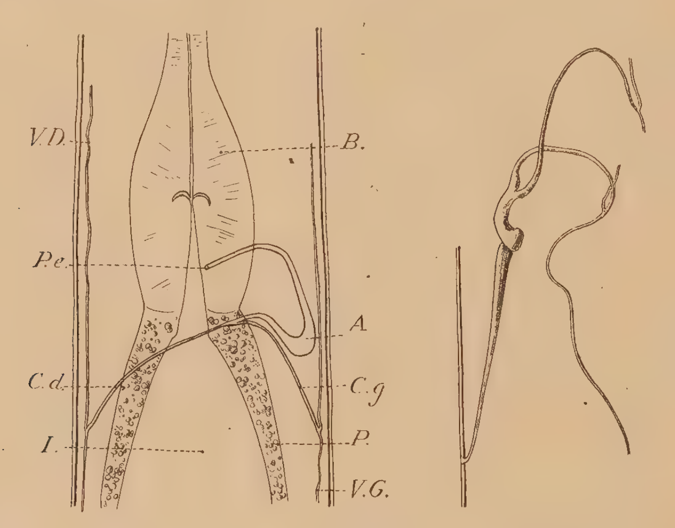
([1]) Bastian, *On the anatomy and physiology of the Nematoïds, parasitic and free* (*Philos. Trans. of the R. Soc. of London*, vol. 156, Part I, 1866, p. 589).

([2]) Leuckart, *Die menschlichen Parasiten*, Bd 2, 1876, p. 18.

([3]) Golowin, *Observations sur les Nématodes*. II. *Appareil excréteur*, p. 16-17 (Kazan, 1902) [en russe].

([4]) Maupas, *Essais d'hybridation chez des Nématodes* (*Bull. biol. France et Belgique*, 52, 1918, p. 489).

larves du *Rhabditis pellio* Schn., mon attention a été également attirée par des contractions rythmées très nettes de la partie centrale de l'appareil excréteur. Il s'agit de larves du troisième stade selon Maupas, cueillies pendant qu'elles exécutent leurs mouvements de nutation [1] et placées entre lame et lamelle dans une goutte d'eau physiologique à 5 pour 1000, Malgré ses faibles dimensions, l'appareil excréteur est ici relativement facile à observer, car les larves sont émaciées et transparentes, se tiennent bientôt immobiles et couchées presque exclusivement sur la face dorsale ou sur la face ventrale. Il existe (voir la figure) deux fins *canaux latéraux* assez difficiles à



Région du bulbe chez une larve du troisième stade de *Rhabditis pellio* Schn., vue par la face ventrale : B, bulbe ; I, ampoule antérieure de l'intestin ; P, sa paroi granuleuse ; VD et VG, vaisseaux latéraux droit et gauche ; *Cd* et *Cg*, collecteurs convergents ; A, anse contractile ; *Pe*, pore excréteur (×1180). A droite, dessin d'après nature de l'appareil excréteur tel qu'il se présente lorsque la compression a fait éclater la larve. (Aspect latéral.)

distinguer, comprenant chacun une branche antérieure et une branche postérieure qui se rejoignent au niveau de l'ampoule antérieure de l'intestin. De ces points de jonction partent deux *collecteurs convergents*, l'un droit, l'autre gauche, qui se réunissent ventralement pour donner un collecteur unique en forme de crosse. Cette crosse est située d'une façon constante sur la gauche de l'animal. Dirigée d'abord dorsalement et en arrière, elle ne tarde pas à prendre brusquement une direction antérieure et ventrale

(1) M. Aubertot, *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1257, et *C. R. Soc. Biol.*, 88, 1923, p. 1158.

jusqu'au moment où elle devient normale à la ligne médio-ventrale sur laquelle elle débouche par un canal fortement chitinisé, au voisinage du bulbe.

C'est cette crosse ou, si l'on veut, cette *anse contractile*, que l'on peut voir fonctionner dès que la larve, par suite de la compression, commence à perdre sa vivacité. On observe des mouvements péristaltiques qui débutent dans la partie moyenne renflée de l'anse et qui accompagnent le liquide expulsé jusqu'au pore excréteur que l'on voit s'ouvrir et se refermer régulièrement. L'onde de contraction est d'abord lente; puis elle se précipite et se termine par une saccade brusque du tube chitinisé. Quand l'appareil est en pleine activité, on peut compter de 2 à 3 pulsations par seconde; cette fréquence s'abaisse par la suite : à la mort de la larve, la crosse se relâche totalement en diastole; ainsi se trouve précisé, par une image dilatée, le dispositif anatomique qui n'était guère perceptible jusqu'alors que par le jeu même de l'appareil.

En résumé, les larves du troisième stade du *Rh. pellio* offrent un cas indiscutable d'appareil excréteur contractile, ce qui confirme l'opinion de Bastian et peut fournir une explication du phénomène observé par Maupas; car, en supposant que les canaux latéraux soient totalement dépourvus de tissu contractile propre, il est clair qu'ils peuvent, grâce à l'élasticité de leurs parois, donner l'illusion de contractions et de dilatations successives, puisque la pression à l'intérieur de l'appareil tout entier varie avec les systoles et les diastoles de l'anse contractile.

HÉMATOLOGIE. — *Genèse des organes hématopoiétiques et des cellules du sang des Invertébrés.* Note de M. **L.-M. Bétancès**, présentée par M. Henneguy.

La genèse des organes hématopoiétiques des Invertébrés, ainsi que celle de leurs cellules sanguines, n'est pas suffisamment connue. On a dit que des formes identiques aux prétendus mégaloblastes et érythroblastes des Vertébrés n'ont pas été mises en évidence chez ces animaux et que la formation des érythrocytes, chez les espèces qui en possèdent, reste ignorée. Mes recherches sur des Invertébrés à un stade embryonnaire assez développé et sur des espèces jeunes et adultes (Échinodermes, Annélides, Arthropodes, Mollusques) m'ont permis de constater que, parmi les espèces qui possèdent un organe hématopoiétique bien délimité, la for-

mation de cet organe commence très tardivement et subit des modifications structurales après sa formation. M. Kollmann a trouvé, chez la jeune Seiche nouvellement éclose, des corps blancs partiellement fonctionnels, avec les centres germinatifs de Faussek, qu'il considère comme des syncytiums. Chez des jeunes Seiches de 7 à 8^{cm}, il n'y aurait que très peu de ces centres et en outre, d'après cet auteur, l'évolution de la glande lymphoïde de Céphalopodes serait extrêmement lente. Chez des Crustacés, il trouve que le syncytium existe aussi dans l'organe lymphoïde et qu'il peut être rapproché des centres germinatifs des ganglions lymphatiques des Mammifères. Il est certain que chez de jeunes Seiches l'organe leucopoiétique est déjà plus qu'ébauché, mais d'après mes observations, quant à sa structure, et à celle des organes hématopoiétiques de quelques Annélides, Arthropodes et Mollusques et à leur histogenèse, il me semble que celle de l'organe leucopoiétique des Céphalopodes doit s'accomplir de la même manière. Comme première phase de cette histogenèse je trouve généralement, dans du mésenchyme périvasculaire ou intermusculaire, la présence d'amas de cellules indifférenciées et libres, sans être entourés ni délimités par un véritable endothélium ou par une capsule conjonctive.

Ces formations semblent bien avoir l'apparence de syncytiums, notamment chez des embryons mûrs de Seiche, mais cette constitution n'est pas définitive. Chez des animaux plus développés, ces amas apparaissent dissociés par des travées cellulaires, de sorte que des éléments libres se trouvent dans les sinus dont les parois, formées par les cellules réticulaires, se continuent avec celles des autres sinus, mais sans qu'il existe encore un véritable tissu réticulo-lymphoïde régulier et à mailles remplies de cellules libres. Parfois au lieu de ces amas on voit des cordons cellulaires qui apparaissent séparés par des cellules réticulaires; cet aspect, comme le précédent, est celui qui a été décrit comme étant caractéristique de ces organes. Enfin, on trouve aussi, chez ces animaux adultes, uniquement un tissu réticulaire à mailles vides ou presque, sans qu'on puisse savoir le moment où s'est produite cette transformation. Les cellules indifférentes qui constituent ces amas sont des cellules du même tissu mésenchymateux, libérées et très probablement aussi des cellules libres qui existaient déjà en très petit nombre dans la circulation; ensuite, dans le même organe les cellules commencent à se différencier en cellules granulocytaires, lymphocytaires, etc.

La genèse de cellules sanguines chez les Invertébrés ne diffère pas de

celle des Vertébrés. Depuis longtemps on sait que la cellule-germe chez ces animaux est une cellule lymphoïde sans granulations. M. Prenant pense que les érythrocytes de *Drepanophorus* se forment aux dépens des leucocytes. Romieu chez *Polycirrus hematodes* signale des formes à caractères d'érythroblastes lymphoïdes. Depuis 1922, j'ai précisé que chez les Invertébrés il existe de formes cellulaires identiques aux mégaloblastes et érythroblastes basophiles, aux hémocytoblastes, lymphoblastes et myéloblastes des auteurs.

Ce fait m'a amené à établir, contrairement à l'opinion de la plupart des hématologistes, que ces formes ne présentent pas le caractère morphologique spécifique d'une cellule d'origine myéloïde ou lymphoïde, pas plus que celui d'une cellule proérythrocytaire, progranulocytaire ou prolymphocytaire. En effet, chez des animaux où il n'existe pas de cellules à hémoglobine, je trouve des formes identiques aux mégaloblastes et érythroblastes lymphoïdes des auteurs et, ce qui est encore plus intéressant, que chez des espèces possédant des érythrocytes — par exemple, Glycères — on trouve, à côté de ces cellules, des cellules génitales à des stades morphologiques identiques à ces mégaloblastes, érythroblastes et myéloblastes lymphoïdes et sans qu'on puisse affirmer qu'il existe une relation quelconque entre les unes et les autres. Néanmoins, chez ces mêmes animaux et chez d'autres, tels que *Holothuria*, *Capitella*, *Thalassema*, *Arca tetragona* P., on trouve de véritables proérythrocytes lymphoïdes, comparables à ceux des Vertébrés, quoique l'apparition de l'hémoglobine s'observe souvent dans des cellules de revêtement péritonéal ou, dans un sens général, du tissu connectif mésodermique.

En résumé, l'histogenèse et la structure des organes hématopoiétiques des Invertébrés rappelle clairement l'histogenèse et la structure du tissu hématopoiétique du foie, de la rate, des nodules lymphoïdes et de la moelle osseuse de l'embryon des Mammifères et de celles des organes lymphoïdes des Ichthyopsides (Drzewina). Chez les Invertébrés, ces organes restent donc avec une structure embryonnaire par rapport à ceux des Mammifères et sans avoir un système vasculaire développé. Comme on le sait, le tissu mésenchymateux chez les Invertébrés est, en général, comme chez les Vertébrés, le tissu hématopoiétique diffus; mais chez les premiers il est toujours actif. Sa cellule (hémohistoblaste), comme chez les Vertébrés, passe généralement, une fois libérée et différenciée en cellule hématique (hémocytoblaste), par des phases de repos, accroissement et prémitose, de prémitose sans accroissement ou au contraire, lesquelles sont représentées par

les formes appelées couramment par les hématologistes : lymphocyte primordial, promégaloblaste, mégaloblaste basophile, proérythroblaste et érythroblaste lymphoïde, hémogonie, hémoblaste, hémocytoblaste, myéloblaste, lymphoblaste, monoblaste, etc., etc., et qui, en réalité, ne sont que les phases d'une même cellule indifférente et polyvalente, avant de se différencier en cellule érythrocytaire, granulocytaire, lymphocytaire ou monocytaire.

CYTOLOGIE. — *Les mouvements des cellules sarcomateuses cultivées* in vitro. Note de M. **A. Policard**, présentée par M. F. Mesnil.

Quand on cultive en plasma, suivant la technique habituelle, un fragment de sarcome, il sort de l'explantat des cellules mobiles ressemblant tout à fait à des histiocytes (ou macrophages). Comme Carrel, Lewis, A. Fisher etc. l'ont montré pour le sarcome de Rous du Poulet, ces éléments représentent bien les cellules sarcomateuses, celles-ci étant assimilables à des histiocytes, devenus anormaux sous l'influence d'un facteur sarcomateux encore inconnu.

Sur des cultures *in vitro* de cellules de sarcome expérimental de Mammifère (Rat, type Jensen), cultures de deux jours en plasma cancéreux, j'ai pu étudier quelques-unes des caractéristiques biologiques de ces éléments.

Les mouvements des cellules étaient suivis d'une façon continue par emploi d'un microscope entièrement contenu dans une grande étuve à 38°.

Les cellules sarcomateuses, observées vivantes à 38°, sont des éléments de dimensions très variables, entre 8 et 20$^{\mu}$ de diamètre moyen.

Elles montrent un noyau ovoïde, souvent déformé, avec un ou deux nucléoles, une masse centrale d'endoplasma sombre et granuleux, et un ectoplasma périphérique hyalin, transparent comme le verre.

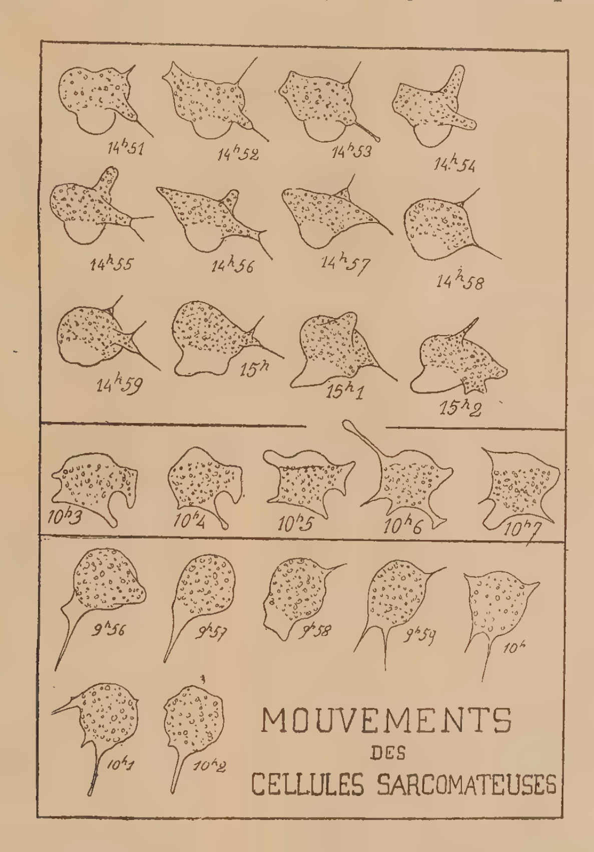
La forme de ces cellules est très irrégulière en raison de leurs nombreux pseudopodes. Ceux-ci sont de trois types :

a. Des pseudopodes en forme de soulèvements onduleux, peu élevés, de la surface cellulaire, à base large, sont constitués par l'endoplasma granuleux. Ces pseudopodes paraissent ne jamais adhérer aux supports.

b. D'autres pseudopodes sont formés exclusivement aux dépens de l'ectoplasma hyalin. Ce sont des expansions cellulaires en forme de larges lames ou de longs prolongements. Au contraire des premières, ils ont une capacité d'adhésion très grande, se fixent à la lamelle ou aux divers sup-

ports. Ils semblent jouer un rôle important dans les déplacements d'ensemble des cellules, précisément parce qu'ils adhèrent aux surfaces et permettent une sorte de halage du corps cellulaire tout entier sur le point d'adhésion.

c. Il existe enfin des pseudopodes infiniment plus grêles, sortes de jets protoplasmiques, de production extrêmement rapide, presque instantanée. Ils sont rectilignes, souvent fort longs, et possèdent quelquefois à leur



extrémité un dispositif en forme de bouton. Ces prolongements filiformes sont constitués par de l'ectoplasma hyalin, non granuleux, mais ils apparaissent souvent prolonger les soulèvements endoplasmiques du premier type. Ces prolongements épais et trapus sont continués ainsi par un prolongement filiforme souvent fort long et toujours rectiligne. Ces formations paraissent l'expression réelle sur le vivant de ces cils isolés fort singuliers que quelques auteurs ont décrit dans les préparations histologiques de cellules cancéreuses. Ce ne sont pas des cils vrais, mais des formations

essentiellement temporaires, qui donnent, sur les préparations fixes et colorées, l'illusion des cils.

Les mouvements des cellules sarcomateuses sont d'une extraordinaire activité, infiniment plus rapides que ceux des histiocytes normaux, ceux de la rate par exemple. Cette mobilité extrême a été signalée pour le sarcome de Rous par Carrel et A. Fisher. On voit que ce caractère se retrouve pour les sarcomes de Mammifère. La figure ci-dessus donne une idée de l'intensité de ce mouvement.

Il est certain qu'une des caractéristiques les plus nettes de ces cellules sarcomateuses réside dans leurs mouvements amiboïdes incessants et rapides. C'est une véritable trépidation.

Dans l'intérieur même des cellules, il semble exister un brassage incessant de l'endoplasma granuleux. Les déformations nucléaires, observables sur les préparations colorées, doivent vraisemblablement être expliquées par ces mouvements internes. Les ondulations de la surface de l'endoplasma (pseudopodes du premier type) semblent l'expression extérieure de ce brassage interne.

Il est à noter que la vitesse de déplacement de ces histiocytes sarcomateux n'est pas en rapport avec l'intensité extrême des mouvements amiboïdes. Les cellules sarcomateuses, toutes choses étant égales d'ailleurs, se déplacent moins vite que les hystiocytes normaux du même animal, bien que leurs mouvements pseudopodiques soient plus actifs. Ces mouvements se font surtout sur place, sans rendement efficace. Quand on cherche à expliquer ces faits contradictoires, on constate que la formation de pseudopodes d'ectoplasma hyalin n'est pas plus grande que dans les histiocytes normaux, au contraire des mouvements pseudopodiques de l'endoplasma qui sont incontestablement plus accentués. Or, ce sont les premiers seuls qui comptent pour les déplacements d'ensemble de la cellule ; ce sont les seuls en effet qui sont capables d'adhérer au support.

TOXICOLOGIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la yohimbine et des alcaloïdes actifs de l'ergot sur l'innervation vaso-motrice sympathique du rein.* Note [1] de M. RAYMOND-HAMET, présentée par M. Ch. Richet.

Nous avons montré que la yohimbine pure de Gustrow inverse l'action de l'adrénaline sur la pression sanguine. Comme, chez l'animal à vagues

---

[1] Séance du 28 décembre 1925.

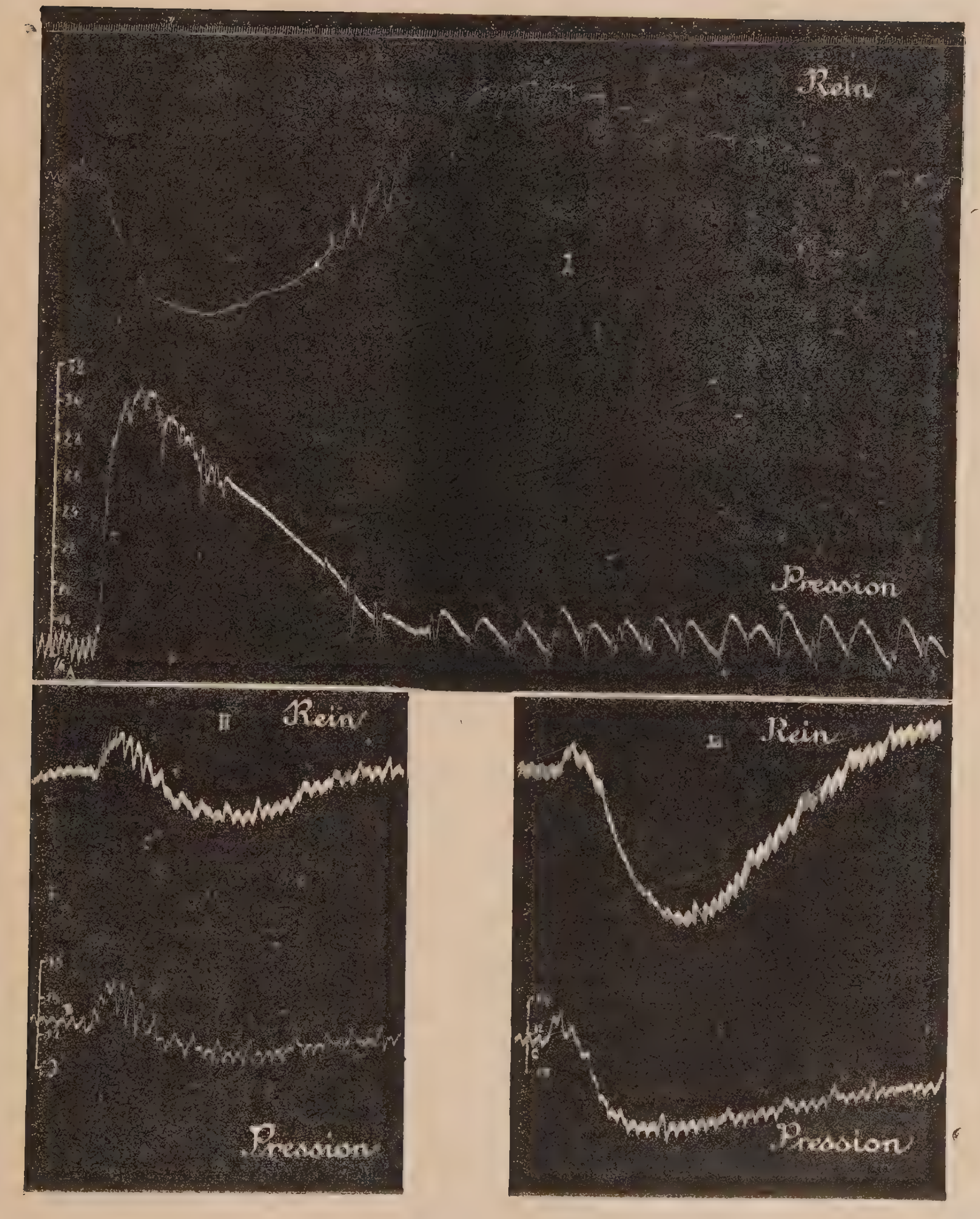


Fig. I, II et III. — Tracé plétysmographique rénal et courbe de la pression carotidienne enregistrée par le manomètre à mercure chez le chien chloralosané avec vagues coupés et respiration artificielle. Temps en secondes. En A injection de 1^{mg} de chlorhydrate de cytisine dissous dans le sérum physiologique. — Fig. I. Chien de $9^{kg},200$ n'ayant pas reçu de yohimbine. — Fig. II et III. Chien de 10^{kg} ayant reçu par kilog d'abord 2^{mg} (*fig.* II) puis de nouveau 2^{mg} (*fig.* III) de chlorhydrate de yohimbine pur de Gustrow dissous dans le sérum physiologique.

sectionnés, des doses moyennes de yohimbine ne modifient pas l'action inotrope et chronotrope positive de l'adrénaline, nous avons dû admettre que l'hypotension produite par l'adrénaline chez l'animal yohimbiné résulte de l'inversion de l'action de cette phénylalkylamine sur l'innervation vaso-motrice.

Dale ([1]) a d'ailleurs montré que, chez l'animal ayant reçu certains principes actifs de l'ergot — par lesquels l'action de l'adrénaline est aussi inversée — l'adrénaline détermine au niveau de l'intestin non plus la vasoconstriction habituelle mais une fort nette vaso-dilatation. Cependant l'adrénaline, inversée soit par les principes actifs de l'ergot, soit par la yohimbine, ne produit pas de vaso-dilatation au niveau du rein. Si l'on examine, en effet, un tracé plétysmographique rénal on constate qu'il est exactement calqué sur celui de la pression carotidienne, c'est-à-dire que le volume du rein diminue en même temps que baisse la pression artérielle. On ne peut voir là une persistance du pouvoir normalement vaso-constricteur de l'adrénaline car l'absence d'écrasement du pouls rénal et surtout le parallélisme du tracé plétysmographique rénal et de la courbe de pression carotidienne font supposer que dans ce cas le rein suit la pression artérielle. Cette supposition s'est d'ailleurs trouvée vérifiée. En effet lorsque, par l'emploi de doses minimes de yohimbine, on obtient non point l'inversion totale mais la diminution de l'hypertension adrénalinique, le tracé plétysmographique reste parallèle à la courbe de la pression carotidienne, c'est-à-dire que le volume du rein augmente proportionnellement à la hausse de la pression artérielle : ceci s'observe rarement avec la yohimbine et l'adrénaline mais très fréquemment avec les alcaloïdes actifs de l'ergot et l'adrénaline ou encore avec la yohimbine et la cytisine qui vis-à-vis de la yohimbine se comporte comme l'adrénaline.

Théoriquement, puisque la yohimbine paralyse le sympathique moteur (vaso-constricteurs) sans modifier l'excitabilité du sympathique inhibiteur (vaso-dilatateurs), on pourrait conclure de notre Note qu'il n'existe pas de vaso-dilatateurs sympathiques au niveau du rein, mais, comme l'existence de ceux-ci semble démontrée par les travaux de Bradford ([2]) et de Laignel Lavastine ([3]), il est préférable d'admettre que, sur ces vaso-dilatateurs, l'excitation adrénalinique ne peut produire l'effet de l'excitation électrique.

([1]) *Journal of Physiology*, 34, 1906, p. 174, et fig. 8.

([2]) *Journal of Physiology*, 10, 1889, p. 283 et suiv.

([3]) Laignel Lavastine, *Recherches sur le plexus solaire*, Paris, 1905, p. 114 et 386.

On connaît d'ailleurs déjà plusieurs cas de non-concordance entre l'action de l'adrénaline et l'excitation du sympathique.

Pratiquement on notera que, en dehors de la yohimbine, les alcaloïdes actifs de l'ergot (ergotamine, ergotoxine, ergotinine) sont seuls à provoquer, — d'ailleurs à des degrés très différents — la paralysie des vaso-constricteurs rénaux. Cette réaction, très sensible et très constante, nous paraît beaucoup plus adéquate à la titration physiologique des extraits d'ergot que les méthodes jusqu'ici proposées.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'action physiologique des rayons ultraviolets transmis par les verres légers d'usage courant.* Note de MM. **J. Risler** et **Foveau de Courmelles**, présentée par M. D. Berthelot.

I. On admet, en général, que les rayons ultraviolets émis par une source lumineuse à l'intérieur d'une enceinte de verre ne sont pas nocifs. Nous avons eu cependant l'occasion de constater récemment, quatre cas curieux d'accidents survenus dans notre laboratoire par suite de l'emploi de lampes *à verres légers.* Nous nous bornons à relater ici les circonstances dans lesquelles ces accidents se sont produits et les caractéristiques des lampes qui les ont occasionnés.

Les trois premières observations nous ont été fournies par l'action prolongée d'une source lumineuse constituée par un tube luminescent d'un pouvoir éclairant d'environ 350 bougies. Ce tube muni de trois électrodes et d'une soupape maintenant la pression constante (1) est *en verre léger au borosilicate d'alumine* d'une épaisseur de $1^{mm},2$. Le mélange gazeux luminescent est obtenu par bombardement électronique de dioxanthracène $C^6H^4 \genfrac{<}{>}{0pt}{}{CO}{CO} C^6H^4$ introduit dans la soupape. *La lampe ainsi constituée ne laisse filtrer* que les *radiations supérieures à* $\lambda = 2960$ Å avec deux raies remarquables $\lambda = 3050$ Å et $\lambda = 3075$ Å.

II. *Observations.* — 1° Durant ses travaux de spectroscopie, un de nos collaborateurs (Dr Daponte) est atteint progressivement d'une conjonctivite double aiguë, avec céphalée violente; 2° un souffleur de verre travaillant à une distance de 2^m de la lampe en fonctionnement est atteint au bras droit (bras exposé au rayonnement et à nu pendant le travail) d'un érythème actinique intense; 3° un observateur bénévole se tenant habituellement à proximité du souffleur de verre est touché au niveau de l'apo-

(1) *Revue générale de l'Électricité*, 18, 1925, p. 788.

physe mastoïde droite. L'érythème revêt les mêmes caractères cliniques que le précédent.

La durée globale d'exposition à la lampe a été d'environ 24 heures à raison de 3 heures par jour. La forme aiguë des lésions est atteinte après l'irradiation totale, *par addition des doses absorbées à chaque durée d'exposition*.

Dans la quatrième observation, l'apparition de la lésion est beaucoup plus rapide. Elle a été causée par une lampe vidée sur la vapeur de mercure; les conditions d'expérience sont restées les mêmes en *ce qui concerne la nature du verre, son épaisseur et le taux de transmission pour l'ultraviolet*.

Les premiers symptômes de conjonctivite (sensation de rugosité) apparaissent déjà chez l'observateur, lors de la formation de la lampe sur la pompe à vide. La durée totale d'exposition a été de 2 heures.

Ces différentes observations nous ont amené à rechercher et vérifier la région moyenne où s'exerce l'action physiologique (érythémateuse) de l'ultraviolet. A cet effet, nous avons construit, pour un essai comparatif, une lampe au dioxanthracène, *à verre moins transparent* (*verre allemand, épaisseur* 1^{mm}, *transmission dans l'ultraviolet jusqu'à* 3120 Å).

La lumière de la lampe ainsi réalisée n'a provoqué *aucun érythème ni accident quelconque* chez nos collaborateurs qui se sont cependant soumis à *une exposition prolongée* de 350 heures à raison de 8 heures par jour.

Dans les quatre cas que nous avons relatés, l'action érythémateuse de l'ultraviolet sur les tissus humains s'est donc exercée par l'absorption des *rayons compris dans la région située entre* $\lambda = 2960$ Å *et* $\lambda = 3120$ Å (*longueurs d'onde limites de transmission des deux verres utilisés au cours des observations*).

Si l'on tient compte de l'intensité de certaines des raies comprises dans cette région et de leur taux de transmission proportionnel, on peut admettre un *maximum d'action spécifique* probable de $\lambda = 2960$ Å à $\lambda = 3050$ Å pour la vapeur de Hg et $\lambda = 3050$ Å pour le dioxanthracène.

En ce qui concerne les longueurs d'onde dites « d'érythème », ces quatre observations vérifient, sans grands écarts, les chiffres donnés par Moycho pour l'érythème du Lapin (2900 A à 3100 A), Moycho et V. Henri (2800 Å), Hausser et Wahle 2975 Å plus récemment.

Remarques sur la Communication précédente, par M. **Daniel Berthelot.**

Les intéressantes observations de MM. Risler et Foveau de Courmelles viennent confirmer et compléter des faits anciennement connus.

Foucault observa le premier en 1843 les érythèmes produits par l'arc électrique entre charbons qu'il employait dans son microscope photo-électrique; il les attribua aux rayons ultraviolets et préconisa pour s'en préserver l'emploi de verres fluorescents tels que les verres d'urane.

Quant à la longueur d'onde à laquelle le phénomène commence à se produire pour l'homme, elle résulte du fait que la lumière solaire dans la plaine est généralement inoffensive, tandis que l'érythème se produit fréquemment chez les alpinistes. Or, Cornu a trouvé que le spectre solaire qui se terminait dans une vallée des Alpes à 2970 Å se prolongeait à 2400^m de haut jusqu'à 2940 Å. Les observateurs postérieurs ont trouvé des chiffres analogues.

Les effets nocifs ne se produisent pas dans l'ultraviolet solaire auquel les organismes vivants sont adaptés depuis de longs siècles, mais ils se manifestent brusquement dès qu'on dépasse cette limite.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *Formation, par chauffage de sucs végétaux, de l'urée et d'un corps, donnant la même réaction colorée hydrazinique que le formol.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. Émile Roux.

Des extraits alcooliques de feuilles vertes, concentrés à la chaleur du bain-marie, ayant provoqué dans le milieu de Schryver la coloration que développe ce réactif avec le formol ([1]), on a cru avoir démontré enfin, avec la présence, si souvent cherchée et discutée, de l'aldéhyde formique dans les plantes, l'exactitude de la célèbre hypothèse de Baeyer sur l'assimilation chlorophyllienne du carbone.

L'existence du formol dans les feuilles ne saurait être ainsi établie : la réaction de Schryver, non spécifique de cet aldéhyde, appartient aussi à l'acide glyoxylique et à d'autres corps [R. Fosse et A. Hieulle ([2])].

([1]) Gabriel Bertrand et P. Thomas, *Manipulations de chimie biologique*, 2e édit., 1913, p. 441.

([2]) R. Fosse et A. Hieulle, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 637.

Afin d'éviter d'introduire des causes possibles d'erreur dans l'étude des composants chimiques de la feuille, nous avons institué des expériences sur des sucs d'expression, simplement centrifugés, n'ayant subi ni l'action de réactifs ou de dissolvants quelconques, ni celle de la chaleur.

Dans les limites de nos expériences, les résultats suivants ont été acquis :

1. *Une substance, produisant la même réaction colorée hydrazinique que le formol, apparaît par court chauffage du suc foliaire de plusieurs végétaux.*

Le produit d'expression de jeunes feuilles d'Acer et de légumes verts de Phaseolus, centrifugés et traités par le mélange phénylhydrazine-ferricyanure-acide chlorhydrique, n'accusent qu'une coloration faible ou nulle. Celle-ci se déclare, au contraire, avec intensité, si le suc a été préalablement porté 5 minutes dans un bain d'eau bouillante.

Le même phénomène se manifeste, mais avec plus de lenteur, par abandon du suc de feuilles d'Érable à la température ordinaire.

2. *Le contenu cellulaire des mêmes feuilles donne simultanément naissance à l'urée pendant le chauffage.*

Acer. — Le suc de jeunes feuilles fraîches, placé 10 minutes au bainmarie, produit avec intensité la réaction de Schryver et précipite abondamment (après défécation plombique) le xanthydrol acétique (milieu de dosage de l'urée dans le sang). Le suc, non chauffé, ne produit que très faiblement la réaction colorée et ne trouble que peu le xanthydrol.

Après 20 à 25 minutes vers 100°, on trouve près de 1^g d'urée par litre dans le suc de jeunes feuilles, cueillies au printemps avant la floraison. L'urée a été dosée pondéralement dans le suc, déféqué (après chauffage) à l'aide d'acétate basique de plomb, privé de plomb par l'hydrogène sulfuré et de H^2S par courant d'air. Le suc témoin, non chauffé, déféqué, ne contenait qu'une trace d'urée.

Légume vert de Phaseolus. — On abandonne à la température ordinaire les deux milieux :

Expérience (suc d'expression, chauffé 3 heures à 70°) :

	cm³
Déféqué, déplombé, désulfuré	40
Acide acétique	80
Xanthydrol méthylique à $\frac{1}{10}$	6

Témoin (suc non chauffé, déféqué, déplombé) :

Désulfuré	40
Acide acétique	80
Xanthydrol méthylique	6

Poids des précipités.

Expérience	$0^{g},0755$
Témoin	$0^{g},0156$

Analyses.

	Trouvé N pour 100.
Témoin brut, non recristallisé	6,44
Expérience, produit recristallisé	6,59
Théorie pour $CO[NH-CH(C^6H^4)^2O]^2$	6,66

3. *La formation simultanée, par chauffage de sucs végétaux, de l'urée et d'un corps, donnant la même réaction colorée hydrazinique que le formol, résulte de l'hydrolyse d'un uréide.*

Son mécanisme diffère de celui qui préside à la formation de l'urée :

A. *Par hydrolyse de l'arginine des protéiques :* Autolyse du foie (¹); culture de nombreux champignons sur milieu riche en protéique (²); action directe des alcalis sur les protéiques (³).

B. *Aux dépens de la cyanamide* par l'action des microbes du sol (⁴).

C. *Par isomérisation, comme dans la synthèse de Wöhler, du cyanate d'ammonium, formé par oxydation : soit des principes carbonés naturels* et des corps, qui en dérivent ou qui les produisent : protéiques; acides aminés; protéiques du sang, additionnés de glucose; hydrates de carbone, glycérine et formaldéhyde en milieu ammoniacal (⁵); *soit d'une foule de dérivés du carbone, appartenant aux fonctions :* alcool, phénol, aldéhyde, acétone, acide, amine, amide, nitrile et carbylamine (⁶).

(¹) Ch. Richet, *Dictionnaire de Physiologie, article Foie*, 1, 1894, p. 686 et suiv. — R. Fosse et Mlle N. Rouchelman, *Comptes rendus*, 172, 1921, p. 771.

(²) N. Iwanoff, *Biochemische Zeitschrift*, 162, 1925, p. 425-440.

(³) R. Fosse, *Comptes rendus*, 154, 1912, p. 1819.

(⁴) Mazé, Vila et Lemoigne, *Comptes rendus*, 169, 1919, p. 921.

(⁵) R. Fosse, *Comptes rendus*, 168, 1919, p. 320, 908, 1164; 169, 1919, p. 91; 171, 1920, p. 7221 et 635; *Annales Institut Pasteur*, 34, 1920, p. 715-762; *Bull. Soc. Chim.*, 29, 1920, p. 158-203; *Comptes rendus*, 172, 1921, p. 160.

(⁶) R. Fosse et G. Laude, *Comptes rendus*, 172, 1921, p. 684, 1240; 173, 1921, p. 318.

PROTISTOLOGIE. — *Formes anormales de* Plasmodium vivax. Note [1] de MM. **G. Delamare** et **Saïd Djémil**, présentée par M. H. Vincent.

Chez une femme enceinte atteinte de tierce bénigne, nous avons rencontré, pendant l'apyrexie, un nombre assez élevé de plasmodies anormales. Les anomalies concernent les noyaux et les protoplasmes.

Les *anomalies nucléaires* portent sur le nombre, la forme, le volume, la structure et la situation. Le nombre des noyaux varie de 0 à 5. Le seul élément dépourvu de noyau est sans pigment et l'on décèle dans son voisinage immédiat un résidu nucléaire punctiforme. Contrairement aux schizontes anucléés observés par Hornus dans la plasmodiase à *præcox*, il conserve sa vacuole nutritive. Les éléments binucléés sont fréquents; les éléments à 3 amas chromatiniens n'ont rien d'anormal; les éléments à 4 ou 5 noyaux sont rares. La forme du noyau est tantôt celle d'une sphérule, d'une navette, d'une poire, d'une étoile, d'un clou, tantôt celle d'un bâtonnet rectiligne, ondulé, incurvé en V, en U ou ramifié. L'étirement de la chromatine, sur lequel Sergent, Béguet et Plantier, Léger ont insisté dans la plasmodiase maligne est fréquent dans notre tierce bénigne. Les amas chromatiniens des schizontes binucléés sont homéomorphes ou hétéromorphes. Dans la première éventualité, l'idée de division directe prématurée apparaît d'autant plus vraisemblable qu'une fragmentation dégénérative ou non est évidemment responsable de la présence, dans d'autres plasmodes, de 3 ou 4 boules de chromatine disposées en série linéaire, en triangle ou en carré. Dans la seconde éventualité, il est, par contre, malaisé de ne pas penser aux aspects plus ou moins similaires présentés notamment par *Schizotrypanum Cruzi*, Chagas, au début de son développement et, conséquemment de ne pas s'arrêter à l'interprétation de Hartmann, lequel voit dans les faits de cet ordre la preuve d'un retour temporaire à la binucléation originelle, c'est-à-dire à l'existence, en dehors du noyau nutritif, d'un noyau moteur. Parfois normal, le volume apparaît souvent ou réduit ou excessif. Tous les noyaux ne sont pas homogènes : il en est de granuleux et de vacuolaires. Dans un cas, l'une des branches du V est constituée par des microgranules. Parmi les noyaux vacuolisés, les uns correspondent à la forme annulaire souvent signalée chez *Pl. præcox*

[1] Séance du 4 janvier 1926.

(Ziemann, Hornus, etc.), les autres sont stellaires, piriformes ou sacciformes. Presque toujours excentriques, les noyaux sont endo- ou exoplasmiques. Parmi les noyaux endoplasmiques, il en est qui siègent à l'extrémité d'un pseudopode épais et court, ou grêle et long. On voit parfois un noyau piriforme et clair inséré sur une tige protoplasmique à la manière d'un fruit ou d'une fleur. Parmi les noyaux exoplasmiques, il en est dont la situation anormale résulte de la rupture ou de l'extrême ténuité du pseudopode qui les reliait au plasmode; chez d'autres le même aspect résulte de la disparition (réelle ou apparente) du pont protoplasmique qui, normalement, sépare la zone périnucléaire du milieu ambiant.

Les *anomalies protoplasmiques* intéressent la structure et la forme des parasites. En fait de modifications structurales dignes de remarque, il y a lieu de mentionner : la disparition de la vacuole nutritive et de la zone achromatique périnucléaire; la communication de celle-ci avec l'extérieur; la multiplicité des vacuoles; l'hypertrophie de l'une d'entre elles. En fait de modifications portant sur la forme, on doit signaler l'existence : *a.* de petits « anneaux » trapus, parfois anguleux, parfois incomplets et non dépourvus d'analogies avec certains schizontes du type *caucasicum* de Marzinowski; *b.* de schizontes piriformes rappelant les éléments décelés par Ziemann dans une grosse rate non leishmanique, par Vialatte dans le sang circulant, au cours de la malaria pernicieuse; *c.* des formes en filet à papillons de Marchoux et Hornus; des bandelettes dont Stephens et Sennevet ont signalé la présence, le premier, dans la plasmodiase *tenue*, le second dans la plasmodiase *præcox*; *d.* des plasmodes du type *tenue*. L'hypertrophie des globules rouges qui contiennent les hématozoaires aranéens mérite d'être soulignée. Quant à la genèse de ces formes, elle s'explique aisément à l'aide des remarques de Cattanei sur l'hyperamiboïsme momentané, générateur d'étirement nucléoplasmatique, pour peu que l'on prenne en considération l'existence, dans le présent cas, de schizontes étirés ou effilochés. Les parasites jumeaux sont franchement asymétriques. Le noyau rectiligne de certains hématozoaires uniques est pourvu d'une zone claire périnucléaire; leur noyau arrondi en est dépourvu; l'éventualité inverse se rencontrant sur d'autres plasmodies, on ne saurait apercevoir dans ces dispositions un élément de différenciation entre noyaux nutritifs et moteurs.

L'existence de *Pl. vivax* est, dans le cas qui vient de nous occuper, hors de contestation tant à cause de l'hypertrophie très générale des globules rouges, de la présence des grains de Schuffner et des caractères des anneaux

typiques que de l'allure des manifestations cliniques qui sont bien évidemment celles de la tierce bénigne. L'association avec *Pl. præcox* doit être éliminée étant donnée l'absence de micro-anneaux et de croissants. L'association avec *Pl. malariæ*, déjà improbable du fait de la très nette périodicité tierce des accès, doit également être exclue, car les hématies qui contiennent les bandelettes sont hypertrophiées et renferment parfois des grains de Schuffner. Cela étant, il est permis de conclure que *Pl. vivax* peut, dans certaines conditions, présenter la plupart des anomalies généralement considérées comme caractéristiques de *Pl. præcox*.

PARASITOLOGIE. — *Sur une nouvelle maladie du noyau ou grasserie des chenilles de* Pieris brassicæ *et un nouveau groupe de micro-organismes parasites*. Note (1) de M. **A. Paillot**, présentée par M. P. Marchal.

Nous avons fait connaître en 1924 (2) une nouvelle maladie des chenilles de *Pieris brassicæ* caractérisée, au point de vue cytologique, par la destruction du noyau de certaines cellules et la transformation du chondriome en corps réfringents, sans structure définie et de forme très irrégulière; nous avons montré que cette maladie avait pour cause un micro-organisme visible seulement à l'ultramicroscope et semblable à celui de la grasserie du Ver à soie.

Nous avons découvert récemment une nouvelle maladie des chenilles de Piéride qui se rattache aux maladies du noyau par ses caractères étiologiques, et par les lésions histo- et cytopathologiques dont elle est la cause. Les chenilles malades se reconnaissent extérieurement à la couleur jaune blanchâtre de la partie ventrale du corps; au moment de la mort, la peau se déchire très facilement et laisse écouler un liquide laiteux d'aspect semblable à celui des Vers à soie atteints de grasserie. Le sang des chenilles en état d'infection peu avancée est trouble et d'une fluorescence très nette; si on l'examine à l'ultramicroscope, on observe de nombreux granules très brillants animés de mouvement brownien. Ces granules sont visibles aux plus forts grossissements du microscope; mais, après coloration à chaud à la fuchsine phéniquée de Ziehl, on les distingue très nettement, même à un grossissement de 1000 diamètres; ils apparaissent comme de très petits

(1) Séance du 4 janvier 1926.
(2) *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 1353.

cocci mesurant $0^{\mu},2$ à $0^{\mu},3$ de diamètre; ils se multiplient comme les Microcoques ordinaires et présentent certaines analogies morphologiques avec le virus de la péripneumonie des Bovidés qui était considéré, jusqu'ici, comme le seul des virus filtrables qui soient réellement accessibles à l'investigation microscopique.

Le virus des Piérides ne paraît pas se multiplier dans le sang, mais seulement dans le cytoplasme des cellules adipeuses et hypodermiques où il est facile de l'observer à l'ultramicroscope.

L'étude des lésions histo- et cytopathologiques sur pièces fixées au mélange de Duboscq-Brasil, ou, d'après les méthodes mitochondriales, permet de différencier très facilement la maladie infectieuse des chenilles des autres maladies du même type. Après fixation au mélange de Duboscq-Brasil et coloration à l'hématéine éosine ou à l'hématoxyline au fer de Heidenhain, les cellules adipeuses et hypodermiques présentent les caractères suivants : le noyau est très hypertrophié; la chromatine prend un aspect laqué; les nucléoles se fragmentent en grains de forme et de grosseur très irrégulières et sont rejetés le plus souvent à la périphérie du noyau; au terme du processus de désorganisation, le noyau apparaît comme une tache sans structure apparente, à peine coloré en gris pâle par l'hématoxyline ferrique.

Après fixation au mélange de Regaud ou au formol salé, postchromisation et coloration suivant la méthode de Kull, on observe des modifications analogues du noyau; le chondriome, peu modifié, envahit toute l'aire nucléaire.

La grasserie des Piérides est très contagieuse; la transmission d'individu à individu a lieu par la voie digestive. Elle ne paraît pas jouer un rôle important dans la destruction naturelle des Piérides.

Les caractères pathogéniques de la grasserie des Piérides permettent de ranger cette affection dans la catégorie des maladies du noyau dont on connaît deux autres types différents : les maladies à polyèdres des Bombycides et la maladie du noyau de *Pieris brassicæ*. La mise en évidence du parasite par les moyens ordinaires constitue un argument nouveau en faveur de la thèse que nous soutenons sur l'identification des granules ultramicroscopiques observés dans la grasserie du Ver à soie et la maladie du noyau des Piérides, avec les éléments parasitaires de ces affections. Ces différents micro-organismes sont caractérisés par leurs dimensions très réduites, par leur grande spécificité parasitaire qui s'exerce, non seulement

à l'égard de l'hôte, mais encore des cellules de celui-ci. Ce sont tous des parasites endocellulaires; ils se rapprochent ainsi des Sporozoaires, mais l'existence de stades d'évolution différents n'est pas démontrée. On peut, comme les Bactéries, les inoculer dans la cavité générale et provoquer ainsi le déclanchement des processus morbides caractéristiques de la maladie; mais ils s'en différencient par leur mode de vie. Nous croyons pouvoir les ranger dans un groupe intermédiaire entre les Bactéries et les Protozoaires et nous proposons de donner au genre le nom de *Borrellina*. Le parasite de la grasserie du Ver à soie sera nommé *B. bombycis*; celui de la grasserie des Piérides. *B. brassicæ* et celui de l'autre maladie du noyau du même Insecte, *B. pieris*. Prowazek a cru devoir faire rentrer les parasites endonucléaires observés chez les Vers à soie atteints de grasserie, dans le groupe des Protozoaires aberrants auquel il a donné le nom de Chlamydozoa; mais nos observations à l'ultramicroscope infirment certaines des observations les plus importantes de Prowazek. Le parasite de la grasserie des Piérides, non plus que celui de l'autre maladie du noyau, ne sauraient trouver place dans le groupe des Chlamydozoaires.

Les caractères spécifiques des *Borrellina* seront les suivants : *B. bombycis :* éléments de moins de $0^{\mu},1$ de diamètre, intranucléaires, provoquant la transformation de la chromatine en corpuscules polyédriques de forme généralement hexagonale.

B. pieris : éléments de moins de $0^{\mu},1$ de diamètre, intracytoplasmiques, provoquant la formation, aux dépens du chondriome, de corps hyalins de forme et de dimensions irrégulières.

B. brassicæ : éléments cocciformes de $0^{\mu},2$ à $0^{\mu},3$ de diamètre, intracytoplasmiques, déterminant l'hypertrophie du noyau et sa destruction sans provoquer de modifications caractéristiques du noyau.

IMMUNOLOGIE. — *Immunité naturelle de l'Anguille vis-à-vis du virus rabique et action rabicide de son sérum.* Note de Mme **Phisalix**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'immunité naturelle des Poissons vis-à-vis du virus rabique est admise, *a priori*, par la plupart de ceux que préoccupe la rage, sans que toutefois elle ait été souvent recherchée. Seul, à notre connaissance, P. Remlinger, en 1905, l'a vérifiée sur le Cyprin doré et une autre petite espèce indéterminée, pêchée à Constantinople, dans les eaux saumâtres de la Corne d'Or.

Les poissons de la famille des Murénides, à laquelle appartient l'Anguille, présentent, au point de vue qui nous occupe, un intérêt tout particulier : leur sang est venimeux ; comme l'a signalé A. Mosso en 1888, il contient une *Ichthyotoxine* très active, dont l'action physiologique est voisine de celle du venin de la Vipère aspic. Mais ce même sang d'Anguille est également antivenimeux lorsqu'il a été privé de sa toxicité par le chauffage, et peut alors être utilisé comme vaccin contre le venin de Vipère (C. Phisalix 1896).

Anguille et Vipère se comportent de même vis-à-vis du venin de Vipère et doivent leur immunité contre ce venin à la même cause : les propriétés antivenimeuses de leur sang.

Mais nous avons nous-même constaté que les Vipères et les Couleuvres tropidonotes sont aussi réfractaires à l'action du virus rabique, introduit par toutes les voies, notamment par les voies intra-oculaire et intracérébrale. En serait-il ainsi pour l'Anguille?

Immunité naturelle. Expérience. — Huit anguilles d'une première série, du poids de 300 à 450^{g}, reçoivent dans les muscles de la nuque des doses de 0$^{cm^3}$,25 à 1$^{cm^3}$,5 d'une émulsion épaisse du virus fixe de l'Institut Pasteur de Paris. Un même nombre de témoins reçoivent en même temps les mêmes doses d'une émulsion épaisse d'encéphale de lapin normal.

Les anguilles de la première série se sont comportées exactement comme les témoins. Au bout de trois mois, les encéphales de trois d'entre elles sont alors prélevés et émulsionnés dans les mêmes conditions que le virus fixe, et l'émulsion décimale ainsi obtenue inoculée dans l'encéphale de deux lapins. Ceux-ci n'ont pas contracté la rage. Cet essai, à résultat négatif, n'a toutefois qu'une valeur relative, car on sait que les centres nerveux d'animaux ayant présenté des symptômes rabiques ne sont pas toujours aptes à communiquer la rage, quand leurs émulsions sont inoculées dans le cerveau du lapin ; nous avons nous-même constaté le fait avec des hérissons rabiques. Mais, comme les autres anguilles de la même série ont définitivement résisté, nous pouvons néanmoins en conclure que *l'anguille est réfractaire au virus rabique*.

Pouvoir rabicide du sérum d'anguille. — L'immunité de l'anguille tient-elle, comme celle de la vipère, aux propriétés de son sérum? Nous avons vu que, mélangé à l'état frais avec son volume d'une émulsion centésimale de virus rabique, le sérum neutralise, en l'espace de 24 heures, le virus à la température de la glacière.

Avant l'essai, le mélange est centrifugé, le liquide surnageant décanté et le culot lavé une fois à l'eau salée physiologique. Après une nouvelle centrifugation, le volume du liquide surnageant est ramené au dixième de celui de l'émulsion centésimale employée; on a ainsi une émulsion décimale.

Cette émulsion est inoculée à la dose de 5 gouttes dans l'encéphale de deux lapins pesant respectivement 1860 et 1960^{g}; ceux-ci ne contractent pas la rage. Ils n'avaient d'ailleurs pas l'immunité naturelle, qu'on observe parfois, quoique rarement, vis-à-vis du virus rabique, car inoculés dans l'encéphale, 17 jours après, avec une émulsion décimale de virus fixe, ils ont manifesté les premiers symptômes rabiques au neuvième jour et la mort est survenue au treizième jour.

Le sérum d'anguille est donc rabicide in vitro, *comme le sérum de vipère.*

L'action rabicide du sérum s'exerce également *in vivo*, et protège l'anguille, comme la vipère, contre le développement du virus fixe introduit dans ses muscles; elle apparaît comme le facteur essentiel de l'immunité de ces espèces, car leur tissu nerveux ne possède à lui seul aucune action sur le virus rabique; les émulsions centésimales de ce tissu, et du virus fixe se comportent comme les émulsions de virus rabique seul : inoculées dans l'encéphale du lapin, elles tuent l'animal dans les délais normaux.

Le sérum d'anguille semble moins toxique pour l'encéphale du lapin que les sérums de vipère, de couleuvre et de hérisson, car on peut le faire agir à l'état frais et non dilué sur l'émulsion de virus rabique, sans que la faible dose fixée sur le virus détermine les phénomènes toxiques et rapidement mortels que nous avons observés après la neutralisation du virus par le sérum frais de ces animaux.

L'ensemble de ces faits nous montre que l'anguille se comporte comme la vipère vis-à-vis du virus rabique :

1° Elle est naturellement réfractaire à la rage provoquée par l'inoculation du virus fixe;

2° Son sérum est antirabique *in vitro*;

3° Il est aussi antirabique dans l'organisme même de l'anguille, qu'il protège contre l'inoculation expérimentale du virus rabique.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la nitrification dans les mers.* Note (1) de M. B. Issatchenko, présentée par M. S. Winogradsky.

Les processus microbiens qui ont lieu dans les mers sont encore peu connus. On a étudié avec quelque détail les microbes dont la fonction est d'oxyder l'hydrogène sulfuré et le soufre, soit les *sulfobactéries* de M. Winogradsky, qui sont largement répandues, notamment dans le bassin de la Mer Noire. On n'a pas réussi à obtenir dans les eaux de mer des microbes dénitrificateurs et des microbes réducteurs de sulfates. On a signalé enfin une sorte d'association des fixateurs d'azote, *Azotobacter* et *Clostridium*, avec les algues marines. Mais à cela se bornent nos connaissances. Elles sont surtout imparfaites par rapport aux organismes de la nitrification.

M. Brandt, M. Thomsen les ont trouvées dans la baie de Kiel et près des côtes de Helgoland. M. Nathanson n'a pu les découvrir dans le golfe de Naples, ainsi que M. Gran dans les eaux côtières de Norvège. Moi-même, j'ai réussi à les trouver dans des échantillons de vase puisés dans le havre de Catherine (côte de Mourman) et près de Yougorski Schar (Océan Glacial Arctique). Dans un travail résumant mes recherches (2), j'ai admis la présence des microbes nitrificateurs même au large, mais seulement dans la vase et peut-être encore dans les eaux de fond, mais non dans les eaux de surface. C'est donc à tort que M. Lipman (3) m'a fait dire que le phénomène de nitrification se produit régulièrement dans le milieu marin. Je me suis borné à indiquer la présence de ces microbes spécialement dans les eaux de fond, sans approfondir la question de savoir si le processus de nitrification est possible à la basse température de l'Océan Glacial.

Ayant pris part depuis 1922 aux travaux de l'expédition scientifique pour l'exploration de la mer d'Azov, j'ai profité de l'occasion pour reprendre la question. Mon but principal a été de comparer, sous le rapport qui nous intéresse, cette mer, si riche en vie organique, avec la mer Noire qui en est pauvre.

L'étude de nombreux échantillons d'eau pris au large, et cela dans les

---

(1) Séance du 21 décembre 1925.

(2) *Recherches sur les microbes de l'Océan Glacial Arctique.* Petrograd, 1914.

(3) Lipman, *Does nitrification occur in sea water?* (*Science*, 56, 1922, p. 501).

deux bassins, a donné un résultat uniformément négatif : les microbes nitrificateurs faisaient partout défaut. Il est plus que probable qu'il n'est possible de les trouver à la surface que dans les eaux côtières tenant en suspension des particules emportées de la terre ferme.

Différents ont été les résultats de l'étude des échantillons de la vase du fond.

Dans la mer d'Azov, onze échantillons ont été étudiés en 1923 : trois pris dans l'estuaire du Don, huit sur différents points de la partie sud et ouest du bassin. Tous, à l'exception d'un seul, ont donné lieu à une nitrification normale dans la solution minérale ordinaire additionnée de 2 pour 100 de sel marin. En 1925, on a de nouveau recueilli dix échantillons sur différents points, autant près des côtes que vers la partie centrale du bassin. Partout le résultat a été positif. Le bassin, peu profond, est donc bien peuplé par ces microbes spécifiques.

Celui de la Mer Noire en est plutôt très pauvre. On ne les a trouvés que deux fois près des côtes (baie de Yalta et celle d'Anapa), et une seule fois plus au large à la hauteur de Kertsch, mais également dans la vase. Le fait n'est pas difficile à expliquer, les eaux côtières de cette mer atteignant rapidement 150-200^{m}, profondeur à laquelle la fermentation sulfhydrique y est continuellement en train. La propagation des nitrificateurs dans un milieu anaérobie étant hors de question, il est problable qu'ils ne peuvent se maintenir que dans une bande étroite longeant les côtes de ce bassin profond.

Il est encore à remarquer que le caractère du fond n'est pas sans influence sur la densité de leur population. Ainsi il est plus facile de les trouver dans un fond sableux ou riche en coquillages que dans un fond argileux. Dans le limon noir, ils sont toujours introuvables.

MÉDECINE. — *Épithéliomas de Röntgen ulcérés guéris par la haute fréquence (diathermo-coagulation.)* Note [1] de M. X. Debedat, présentée par M. d'Arsonval.

Cette auto-observation, que j'accompagne de réflexions personnelles, est écrite surtout dans l'intérêt des blessés des rayons X, dans le but de leur apporter un réconfort moral et une direction pratique.

---

[1] Séance du 4 janvier 1926.

Il est plus juste, en effet, de classer parmi les supplices que parmi les psychopathies les états d'âme du radiologiste qui, des années durant, suit sur ses propres téguments l'évolution de lésions lentes mais constamment actives, et dont la terminaison cruelle s'est vue déjà trop souvent. Nos confrères médecins ou chirurgiens, consultés pour ces lésions, montrent encore une indécision manifeste ou prennent des décisions manifestement désespérées.

Le remède à nos maux existe pourtant, même dans des cas très graves, et il se montre infaillible jusqu'ici : le devoir incombe à tout heureux bénéficiaire du succès obtenu de le faire savoir au monde médical où persiste encore l'incertitude. C'est la *diathermo-coagulation* (¹) qui doit être appliquée sans perdre de temps, et avant tout signe de généralisation.

Je susciterai tout d'abord une objection relative à l'opportunité de la biopsie des cancers de Röntgen : je la déconseille énergiquement; le bistouri de l'anatomo-pathologiste est-il bien certain, en effet, de ne pas détruire la barrière providentielle qui a protégé jusque-là l'organisme, et de ne pas entraîner en quelques secondes l'élément malin dans la circulation? Quel serait d'ailleurs l'avantage d'un diagnostic cytologique précis? Le traitement n'en variera pas d'un iota. Personnellement, j'ai cru devoir refuser la biopsie avant d'aller à Lyon, où l'on ne m'en a point fait une obligation. Mon observation perdrait-elle ainsi tout son intérêt?

Les lésions que je portais remontaient à près de 25 ans; elles nécessitaient des pansements variés depuis bientôt un an, elles s'induraient, bourgeonnaient, produisaient un écoulement ichoreux, et cette fétidité si caractéristique du cancer ulcéré. A Paris et à Montpellier, ces lésions m'avaient valu le pressant conseil, de la part de consultants des plus qualifiés, d'une amputation du médius droit et de l'index gauche.

Je portais au médius droit sur la face postéro-externe de la phalange, une tumeur villeuse, ovalaire, faisant saillie de 4 à 5^{mm} au-dessus de la surface cutanée : ses dimensions correspondaient à la moitié de celles de la phalange; son aspect était muriforme et fissuraire. A l'index gauche siégeait une ulcération allongée sur la face interne de la phalange.

Dès le début, les phénomènes inflammatoires dont ces lésions sont le siège se sont accompagnées de douleurs névritiques de plus en plus pénibles dans les deux plexus brachiaux. Pas de lymphangite. Pas d'adénite. Ces

---

(¹) Découverte par d'Arsonval en 1896 confirmée par Bordier et Lecomte (*Comptes rendus*, **133**, 1901, p. 1297).

lésions présentaient tous les caractères des bourgeons épithéliomateux et saignaient au moindre attouchement.

Sur le conseil de deux chirurgiens des plus appréciés, je me rends à Lyon auprès de Bordier, dont le traitement diathermothérapique retient toute leur confiance. J'accueillis ce conseil, m'étant moi-même formé une opinion depuis plusieurs semaines.

Après anesthésie à l'allocaïne, Bordier procède à la diathermo-coagulation de mes lésions, ce qui demande une à deux minutes pour le médius et quelques secondes pour l'index. Il m'est prescrit de faire des pansements au liniment oléo-calcaire pendant quelques jours, puis des lavages et tamponnements avec un liquide isotonique et antiseptique (eau salée et eau oxygénée) : tout liquide non isotonique est franchement intolérable.

Les résultats de la diathermo-coagulation ont été exactement ceux que Bordier m'avait indiqués avec tant de précision : disparition immédiate et complète des douleurs, lymphorrhée abondante pendant trois jours, chute des eschares au dixième jour; à l'expiration de la sixième semaine, cicatrisation complète et suppression de tout pansement. La cicatrice est à peine apparente, elle est souple, non adhérente, de niveau avec le tégument environnant. Aucun trouble de la sensibilité ni de la circulation.

J'adjurerai les confrères blessés comme je l'ai été d'adopter ma conduite. *On ne devrait plus mourir du cancer des radiologistes.*

La séance est levée à 16h.

A. Lx.
